

JP11202793

Publication Title:

DISPLAY DEVICE

Abstract:

Abstract of JP 11202793

(A) Translate this text PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to enhance the use efficiency of light, concerning a display device. SOLUTION: A space modulator having a plurality of picture elements and a period structure having condensing elements corresponding to the picture elements of the space modulator are provided. The respective picture elements of the space modulator contain a plurality of color dots 32R, 32G and 32B arranged in the first direction. The lengths in the first directions of the respective picture element areas 46A containing a peripheral part 46A surrounding a plurality of color dots are set to be larger than those in the first directions of the condensing elements 16 of the period structure.

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-202793

(43)公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 9 F 9/30

識別記号

3 4 9

F I

G 0 9 F 9/30

3 4 9 B

3 4 9 Z

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 F 1/1335

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 36 頁)

(21)出願番号 特願平10-3247

(22)出願日 平成10年(1998) 1月9日

(71)出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 鈴木 敏弘

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 小林 哲也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

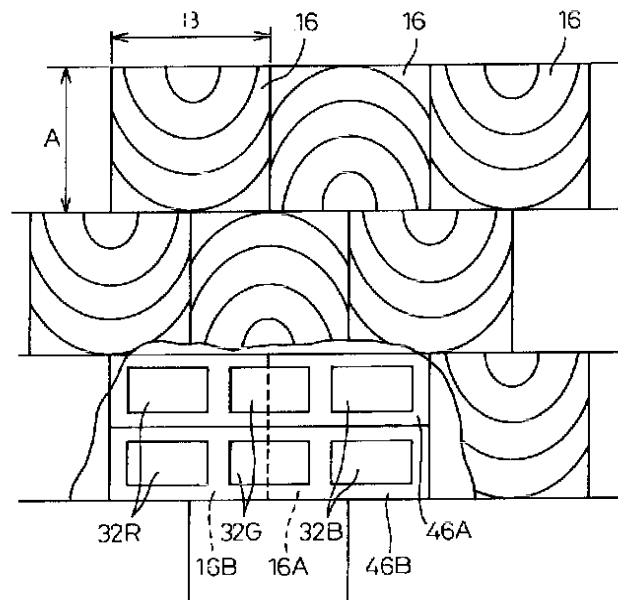
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【要約】

【課題】 表示装置に関し、光の利用効率を高くすることができるようにすることを目的とする。

【解決手段】 複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とを備え、該空間変調子の各画素は第1の方向に配置された複数の色ドット32R、32G、32Bを含み、該複数の色ドットを取り囲む周辺部46Aを含む各画素領域46Aの該第1の方向の長さが該周期構造体の該集光要素16の該第1の方向の長さよりも大きい構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とを備え、該空間変調子の各画素は第1の方向に配置された複数の色ドットを含み、該複数の色ドットを取り囲む周辺部を含む各画素領域の該第1の方向の長さが該周期構造体の該集光要素の該第1の方向の長さよりも大きいことを特徴とする表示装置。

【請求項2】 該空間変調子の画素の各色ドット領域の該第1の方向の長さが該色ドット領域の該第1の方向とは直交する方向の長さよりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】 該空間変調子の画素はデルタ配列で配置されることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項4】 該周期構造体の集光要素がデルタ配列で配置されることを特徴とする請求項3に記載の表示装置。

【請求項5】 該周期構造体の該第1の方向に並んだ2つの集光要素が該第1の方向とは直交する方向に並んだ2つの画素と組をなしていることを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

【請求項6】 該周期構造体の集光要素が正分配列で配置されることを特徴とする請求項3に記載の表示装置。

【請求項7】 該周期構造体の該第1の方向に並んだ2つの集光要素が該第1の方向とは直交する方向に並んだ2つの画素と組をなしていることを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

【請求項8】 該周期構造体の集光要素が実質的に正方形の形状をしていることを特徴とする請求項5又は7に記載の表示装置。

【請求項9】 該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体が回折格子であることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項10】 該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体がマイクロレンズアレイであることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項11】 複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子から所定の距離にある平面において該空間変調子の画素と関連する像を形成する手段とを備え、該平面における該像の空間周波数が該空間変調子の画素の空間周波数より小さいことを特徴とする表示装置。

【請求項12】 複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とを備え、該空間変調子の各画素は複数の色ドットを含み、該集光要素の単位体積当たりの個数が該画素の単位体積当たりの個数と同数又は整数倍であることを特徴とする表示装置。

【請求項13】 該集光要素の形状が該画素の形状と異なっていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置。

【請求項14】 該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体が回折格子であることを特徴とする請求項12に記載の表示装置。

【請求項15】 該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体がマイクロレンズアレイであることを特徴とする請求項12に記載の表示装置。

【請求項16】 該空間変調子の各画素は3つの色ドットを含み、該色ドットは互いに垂直な第1の方向及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素の3つの色ドットが該第1及び第2の方向の一つと平行な線上にあり、該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項17】 該空間変調子の各画素は3つの色ドットを含み、該色ドットは互いに垂直な第1の方向及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素の3つの色ドットが該第1及び第2の方向に対して角度をなす第1の線上にあり、該集光要素は該第1及び第2の方向にそれぞれ平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項18】 該空間変調子の各画素は3つの色ドットを含み、該色ドットは互いに垂直な第1の方向及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素の3つの色ドットが該第1及び第2の方向に対して角度をなす第1の線上にあり、該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特4とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項19】 該色ドットは該第1の線の方向に長手方向を有することを特徴とする請求項17又は18に記載の表示装置。

【請求項20】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、該集光要素は該第1及び第2の方向に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が1/2位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項21】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3及び第4の方向にそれぞれ平行な長辺を含む四角形の形状を

有し、且つ該第1及び第2の方向の一方に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では一方の列の集光要素の短辺が他方の列の集光要素の長辺に当接するように交互の向き周期が $1/2$ 位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項22】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が $1/2$ 位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項23】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が $1/2$ 位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項24】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3及び第4の方向にそれぞれ平行な長辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向の一方に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では一方の列の集光要素の短辺が他方の列の集光要素の長辺に当接するように交互の向き周期が $1/2$ 位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項25】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が $1/2$ 位相ずらして配置されていることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項26】 前記集光要素は集光位置の異なる集光

機能をもった少なくとも2種類の集光要素からなり、該第1及び第2の方向の一方に同種の集光機能の集光要素を配置し、その方向に直交する方向は $1/2$ 周期の位相差で配列し、その方向に隣合う該集光要素は集光機能が異なることを特徴とする請求項23、24、又は25のいずれかに記載の表示装置。

【請求項27】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項28】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項29】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $-1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項30】 該集光要素は異なる集光機能を備えた少なくとも2種類のものを含むことを特徴とする請求項27、28又は29に記載の表示装置。

【請求項31】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項32】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第

1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向の一方に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項33】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性を有する方向とは垂直な方向の列については、隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットでは周期が $1/3$ 位相ずらして配置され、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項34】 該集光要素は異なる集光機能を備えた少なくとも四種類のものであることを特徴とする請求項31、32又は33に記載の表示装置。

【請求項35】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項36】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、

該集光要素は該第1及び第2の方向にそれぞれ平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項37】 該空間変調子の画素は互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方に周期性を備え、周期性のある列の画素はそれに隣接する列の画素とは反転した形状を有し、

該集光要素は該第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向に周期性を備えたことを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項38】 該空間変調子の各画素が3つの色ドットを含み、各色ドットの縦横比が、6対2、3対4、3対4、又は、2対6、4対3、4対3であることを特徴とする請求項13に記載の表示装置。

【請求項39】 前記縦横比が6対2又は2対6となる色ドットが緑表示用の色ドットであることを特徴とする請求項38に記載の表示装置。

【請求項40】 光源の光を互いに直交する振動面を有する第1及び第2の偏光に分離し、分離された第1及び第2の偏光の一方の振動面が他方の振動面と同じになり且つ互いに所定の角度をなして出射するようにした偏光装置と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とからなり、該偏光装置から出射され且つ第1の集光要素を通った第1及び第2の偏光のうち、第1の偏光が第1の画素に入射し、第2の偏光が第2の画素に入射し、そして、該偏光装置から出射され且つ第2の集光要素を通った第1及び第2の偏光のうち、第1の偏光が前記第2の画素に入射し、第2の偏光が第3の画素に入射するようにしたことを特徴とする表示装置。

【請求項41】 該第1の集光要素と該第1の画素との間の距離が該第1の集光要素と該第2の画素との間の距離と等しいことを特徴とする請求項40に記載の表示装置。

【請求項42】 該第1の集光要素から該第2の画素へ入射する第2の偏光の入射角が該第2の集光要素から該第2の画素へ入射する第1の偏光の入射角と等しいことを特徴とする請求項40に記載の表示装置。

【請求項43】 光源と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体と、該空間変調子を透過する赤のスペクトルバンドの長波長側に整合した赤カット機能と青スペクトルバンドの長波長側に整合した青カット機能とを備えたフィルターとを備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項44】 透過スペクトルの赤と青色スペクトルバンドのほぼ中間の波長に整合した波長カット機能を備えたフィルタをもつことを特徴とする請求項43に記載の表示装置。

【請求項45】 透過スペクトルの緑と青のスペクトルバンドのほぼ中間の波長に整合した波長カット機能を備えたフィルタをもつことを特徴とする請求項43に記載の表示装置。

【請求項46】 光源と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とからなり、該空間変調子の各画素が色分離方向に並んだ複数の色ドットを有し、該集光要素の数が該画素の数より多いことを特徴とする表示装置。

【請求項47】 集光素子セル数(NX 、 NY)が色ドットをひとかたまりとした画素数(MX 、 MY)に対して、 $NX \times NY \geq (MX + 2) \times (MY + 2)$ としたことを特徴とする請求項46に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶パネル等の空間

変調子を備えた表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一対の基板の間に液晶層を挟持してなる液晶パネルを用いた表示装置がある。液晶パネルはカラーフィルタを含み、それによってカラー表示を行うことができる。液晶パネルの各画素は複数の色ドット（開口）を含み、カラーフィルタはこれらの色ドットに配置された赤、緑、青の色部分を含む。カラーフィルタを用いると、光源の光の一部がカラーフィルタで吸収され、光の利用効率が低下するという問題がある。

【0003】また、例えば、特開平6-317794号公報や特開平6-308332号公報は、回折格子を用いて、カラー表示を行うことができる表示装置を開示している。回折格子は、白色光をそれぞれ定まった角度で進む赤、緑、青の色光に分離する。分離された赤、緑、青の色光を各画素の色ドットに導くために、マイクロレンズアレイが用いられる。マイクロレンズアレイは液晶パネルの画素に対応して設けられた集光要素を含む。また、マイクロレンズアレイを用いる代わりに、回折格子が、色分離機能と、集光機能（集光要素の機能）とを備えたものとすることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】回折格子を用いると、カラーフィルタのような光の吸収がないので、光の利用効率が低い。ただし、従来の液晶パネルの画素の形状は典型的に正方形をしており、正方形の各画素が一行に並んだ3つの色ドットを含むので、1つの色ドットの形状は辺の長さが1対3の長方形になる。集光要素によって集光され、回折格子から出射する円形状の色光のスポットが、長方形の色ドットに入射すると、長方形の長辺側には光が十分に入射できるが、長方形の短辺側では光が遮断され、光が十分に入射できない。このために、光の利用効率を十分に高くすることはできない。

【0005】また、液晶パネルは微小なピッチでできるだけ多くの画素を含む必要がある。できるだけ多くの画素を所望に応じた種々のパターンで配置されることが考えられる。例えば、各画素の3つの色ドットは水平に一行に配置されることができ、あるいは、各画素の3つの色ドットは水平に対して斜めに一行に配置されることができる。

【0006】種々の画素の配列に対して、集光要素の配列は画素の配列と全く同じ（合同）とすれば良さそうである。しかしながら、1つの集光要素が3つの色ドットをカバーしなければならないので、集光要素の配列を画素の配列と同じにすることができない場合もある。従来、画素の配列に対して、好ましい集光要素の配列が明らかにされていなかった。

【0007】また、液晶パネルでは、偏光子を用いると光の利用効率が低下する。従って、この場合にも、光の利用効率を高くすることのできる表示装置が望まれる。

本発明の目的は、光の利用効率を高くすることのできる表示装置を提供することである。本発明の他の目的は、種々の配列で配置された画素に対して集光要素が適切な配列で配置された表示装置を提供することである。

【0008】本発明の他の目的は、偏光装置を用いて、光の利用効率を高くすることのできる表示装置を提供することである。本発明の他の目的は、フィルタを用いて、色むらを低減することのできる表示装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の特徴による表示装置は、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とを備え、該空間変調子の各画素は第1の方向に配置された複数の色ドットを含み、該複数の色ドットを取り囲む周辺部を含む各画素領域の該第1の方向の長さが該周期構造体の該集光要素の該第1の方向の長さよりも大きいことを特徴とするものである。

【0010】この構成において、光を一つの平面内で複数の色に分離し、集光要素によって画素の色ドットに導く場合に、色ドットの開口度が大きくなり、高い輝度をもった表示装置を得ることができる。好ましくは、該空間変調子の画素の各色ドット領域の該第1の方向の長さが該色ドット領域の該第1の方向とは直交する方向の長さよりも大きい。

【0011】好ましくは、該空間変調子の画素はデルタ配列で配置される。この場合、該周期構造体の集光要素がデルタ配列で配置される。該周期構造体の該第1の方向に並んだ2つの集光要素が該第1の方向とは直交する方向に並んだ2つの画素と組をなしている。あるいは、該周期構造体の集光要素が正方配列で配置される。この場合、該周期構造体の該第1の方向に並んだ2つの集光要素が該第1の方向とは直交する方向に並んだ2つの画素と組をなしている。該周期構造体の集光要素が実質的に正方形の形状をしている。

【0012】好ましくは、該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体が回折格子である。あるいは、該空間変調子が液晶パネルであり、該周期構造体がマイクロレンズアレイである。また、好ましい態様として、本発明は、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子から所定の距離にある平面において該空間変調子の画素と関連する像を形成する手段とを備え、該平面における該像の空間周波数が該空間変調子の画素の空間周波数より小さいことを特徴とする表示装置を提供する。スクリーンをこの平面上に配置することにより、空間変調子により形成される画像をより鮮明に見ることができる。この特徴は上記した最初の特徴とともに使用されることができる。

【0013】本発明の第2の特徴による表示装置は、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に

対応する集光要素を有する周期構造体とを備え、該空間変調子の各画素は複数の色ドットを含み、該集光要素の単位体積当たりの個数が該画素の単位体積当たりの個数と同数又は整数倍であることを特徴とするものである。

【0014】表示装置を構成する上で、画素はできるだけ隙間無く一定のピッチで2次元的に配置される。集光要素は画素と同形状（合同）であれば、2次元的に配列が可能で、隙間無く配列することができる。また、集光要素は画素と相似形状であってもよく、例えば画素の形状を小さくしたり、あるいは集光要素を大きくしたりすることができる。

【0015】しかし、画素の面積は集光要素の面積とはほぼ等しくするのが好ましい。すると、画素と集光要素との組合せが制限される。そこで、好ましくは、集光要素の形状が画素の形状と異なるようにすると、画素と集光要素との種々の組合せを達成することができる。例えば、正分配列の画素とデルタ配列の集光要素との組合せ、デルタ配列の画素と正分配列の集光要素との組合せ、デルタ配列の画素とデルタ配列の集光要素との組合せ、モザイク配列の画素とデルタ配列の集光要素との組合せ、モザイク配列の画素と正分配列の集光要素との組合せ等を達成することができる。

【0016】画素と同様に、集光要素は一つの平面内に隙間無く並べられる必要がある。この要求と上記種々の組合せを達成する上で、集光要素は、正方形、長方形、六角形等の多角形の形状に形成されることができる。長方形は1対2の辺の長さを備え、例えば垂直に対して斜め45度で配置される。多角形はその内角が全て鈍角であるように形成する。多角形は対向する平行線を備えた六角形であり、その対称軸が垂直に対して斜め45度で配置される。対称軸が水平方向又は垂直方向にあるようにすることもできる。

【0017】本発明の第3の特徴による表示装置は、光源の光を互いに直交する振動面を有する第1及び第2の偏光に分離し、分離された第1及び第2の偏光の一方の振動面が他方の振動面と同じになり且つ互いに所定の角度をなして出射するようにした偏光装置と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とからなり、該偏光装置から出射され且つ第1の集光要素を通った第1及び第2の偏光のうち、第1の偏光が第1の画素に入射し、第2の偏光が第2の画素に入射し、そして、該偏光装置から出射され且つ第2の集光要素を通った第1及び第2の偏光のうち、第1の偏光が前記第2の画素に入射し、第2の偏光が第3の画素に入射するようにしたことを特徴とするものである。

【0018】この構成によれば、偏光を使用する表示装置において、従来のように光源の光が偏光子により半分に減少されることがない。すなわち、光源の光を第1及び第2の偏光に分離し、分離された第1及び第2の偏光

の一方の振動面が他方の振動面と同じになり且つ互いに所定の角度をなして出射して、第1及び第2の偏光がともに使用される（光源の光がほとんど使用される）。そして、第1及び第2の偏光がともに全ての画素に入射するようになっており、第1の偏光と第2の偏光との間に予期しない特性の差があったとしても、画像の表示が影響されない。

【0019】本発明の第4の特徴による表示装置は、光源と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体と、該空間変調子を透過する赤のスペクトルバンドの長波長側に整合した赤カット機能と青スペクトルバンドの長波長側に整合した青カット機能とを備えたフィルターとを備えたことを特徴とする。

【0020】好ましくは、透過スペクトルの赤と青色スペクトルバンドのほぼ中間の波長に整合した波長カット機能を備えたフィルタをもつ。また、透過スペクトルの緑と青のスペクトルバンドのほぼ中間の波長に整合した波長カット機能を備えたフィルタをもつ。さらに、本発明による表示装置は、光源と、複数の画素を有する空間変調子と、該空間変調子の画素に対応する集光要素を有する周期構造体とからなり、該空間変調子の各画素が色分離方向に並んだ複数の色ドットを有し、該集光要素の数が該画素の数より多いことを特徴とするものである。

【0021】好ましくは、該集光要素を該画素数以上配置した。回折格子セル数（NX、NY）が色ドットをひとつかたまりとした画素数（MX、MY）に対して、 $NX \times NY \geq (MX + 2) \times (MY + 2)$ とした。

【0022】

【発明の実施の形態】基本的な構成

図1は、回折格子を用いた投射型液晶表示装置を概略的に示す図である。表示装置10は光源12と、回折格子14と、集光要素16と、液晶パネル（空間変調子）18と、投射レンズ20と、スクリーン22とからなる。光源12はメタルハライドランプ等の白色光源であって、できるだけ平行な光線を回折格子14の表面に対して斜め方向へ照射する。

【0023】図3から図5は回折格子14と集光要素16の作用を説明するために集光要素16が回折格子14とは別に形成されている例を示す図である。この例において、集光要素16はマイクロレンズアレイ16aとして形成されたマイクロレンズである。図4に示されるように、回折格子14は透明な板材に所定の格子ピッチで凸部と凹部が形成されたものである。しかし、図示の回折格子14以外の回折格子を使用することができることは明らかであろう。例えば、回折格子14は凸部と凹部とを設けたものの代わりに、屈折率分布型のものとすることができる。

【0024】入射光Liが回折格子14に斜めに入射すると、回折格子14の回折作用により、一次回折光

L_R 、 L_G 、 L_B が回折格子14から異なった角度で出射する。一次回折光 L_R 、 L_G 、 L_B は赤、緑、青色の波長帯域の光であり、緑色の一次回折光 L_G が赤の一次回折光 L_R と青の一次回折光 L_B との間にある。さらに、0次回折光 L_0 、0次回折光 L_0 に対して一次回折光 L_R 、 L_G 、 L_B の反対側に位置する一次回折光、及び二次回折光等が出射するが、これらは投射レンズにはほとんど入らないためここでは無視する。

【0025】このように、回折格子14は色分離作用を行う。図3に示されるように、液晶パネル18は例えば液晶層24が一对の透明な基板26、28で挟持されているTN型液晶パネルからなる。基板26、28はそれぞれ透明な電極30、32と、配向膜34、36とを有する。基板26、28の両側には偏光子38及び検光子40が配置され、回折格子14及びマイクロレンズアレイ16aは偏光子38側に配置される。

【0026】一方の電極30は例えば共通電極であり、他方の電極32は例えば図5に示すようなアクティブマトリクスとともに基板28に設けられている。図5において、アクティブマトリクスは、ゲートバスラインGB、データバスラインDB、及びTFT42を含む。1つの画素は3つの画素電極32(32R、32G、32B)によって形成される。画素電極32Rは赤色の光を透過させ、画素電極32Gは緑色の光を透過させ、画素電極32Bは青色の光を透過させるようになっている。

【0027】図3及び図5に示されるように、1つのレンズ素子16は、3つの画素電極32R、32G、32Bからなる1つの画素と対応して配置され、それぞれの色の一次回折光 L_R 、 L_G 、 L_B を各画素に集光する。回折格子14を出た一次回折光 L_R 、 L_G 、 L_B はそれぞれのレンズ素子16を通して液晶パネル18の各画素に入射する。この際、赤色の一次回折光 L_R は赤の画素電極32Rに入射し、緑色の一次回折光 L_G は緑の画素電極32Gに入射し、青色の一次回折光 L_B は青の表示電極32Bに入射する。画素電極32R、32G、32Bと共通電極30との間の電圧を制御することにより、それぞれの色の光が画素電極32R、32G、32Bを透過するか、遮断されるかが制御される。このようにして、透過した色を合わせて投射レンズ20で投射すると、スクリーン22上にカラー表示を行うことができる。

【0028】図1及び図2の例においては、集光要素16が回折格子14に作り込まれている。すなわち、この回折格子14は図4のものと同様の凹凸の格子を有するとともに、集光要素16が回折格子14のそれぞれの画素に対応する部分に所定のパターンの屈折率分布として形成され、図5の集光要素16と同様の集光作用を有する。従って、この回折格子14は回折による色分離作用と集光要素16の集光作用とを有するものである。

【0029】図7は色分離作用を行うために回折格子1

4の代わりに互いに異なった角度で配置したダイクロイックミラー44R、44G、44Bを設けた例を示す図である。ダイクロイックミラー44Bは青色の光を反射させ、且つ他の色の光を透過せる。ダイクロイックミラー44Rは赤色の光を反射させ、且つ他の色の光を透過せる。ダイクロイックミラー44Gは緑色の光を反射させ、且つ他の色の光を透過せる。

【0030】従って、赤色の光(R)、緑色の光(G)、及び青色の光(B)がそれぞれのダイクロイックミラー44R、44G、44Bで異なった角度で反射する。こうして、ダイクロイックミラー44R、44G、44Bは図3から図5の回折格子14と同様の色分離作用を行う。このダイクロイックミラー44R、44G、44Bに対して、マイクロレンズアレイ16aの集光要素16及び液晶パネル18を図3及び図5のものと同様の関係で配置すると、前の例と同様の作用が得られる。

【0031】従って、以後の説明において、集光要素16は、図1および図2のように回折格子14に作りつけられたもの、図3から図5のもののよう回折格子14とともに配置されるマイクロレンズアレイ16aとして形成されたもの、及び図7のようにダイクロイックミラー44R、44G、44Bとともに配置されるマイクロレンズアレイ16aとして形成されたものを全て包含する。

【0032】広い色ドット

図7は液晶パネル18の2つの画素46A、46Bを示している。各画素46A、46Bは図面において第1の方向(図面において水平な方向、以後同じ)に配置された画素電極32R、32G、32Bを含む。一画素領域は画素電極32R、32G、32Bを取り囲む周辺部を含むものとする。ここで、周辺部はハッチングで示された遮光膜(ブラックマトリクス)として形成されている。2つの画素46A、46Bの画素領域を明瞭にするために、遮光膜は互いに逆向きのハッチングで示されている。また、請求の範囲においては、各画素内の画素電極32R、32G、32Bの部分の色ドットと呼び、色ドットの周辺部を含む領域を色ドット領域と呼ぶ。1画素領域は第1の方向(水平な方向)に細長い長方形である。図において、各画素46A、46Bの第1の方向の長さは2Bであり、第1の方向とは直交する方向の長さはA/2である。もしA=Bであれば、各画素領域の横と縦の長さの比は4対1になる。各画素電極32R、32G、32Bを含む各ドット領域の第1の方向の長さは2B/3であり、各ドット領域の第1の方向とは直交する方向の長さはA/2である。もしA=Bであれば、各ドット領域の横と縦の長さの比は4対3になる。

【0033】図8は従来の一画素46P内の画素電極32R、32G、32Bの構成を示す図である。一画素46Pはほぼ正方形に形成され、画素電極32R、32

G、32Bは一画素46Pを3等分した各色ドット領域内に配置される。従って、画素電極32R、32G、32Bはかなり縦に長い長方形になる。そこで、例えば丸いスポット状の一次回折光 L_B が画素電極32Bに照射されると、丸いスポット状の一次回折光 L_B は画素電極32Bの横にはみ出す部分が、光の利用効率を低下させる。

【0034】そこで、画素形状及び色ドットの形状を図7に示されるように形成することによって、各画素電極32R、32G、32Bの形状を正方形に近づけ、よって図8に示した丸いスポット状の一次回折光 L_B が画素電極32Bの横にはみ出すのを減少させて、光の利用効率を向上させることができる。図9は図7の2つの画素46A、46Bを1ユニットとして、これらの画素ユニットをデルタ配列したことを示す図である。

【0035】図10は図9のデルタ配列の画素46A、46Bをもつ液晶パネル18とデルタ配列の集光要素16をもつ回折格子14との組み合わせの例を示す図である。集光要素16は第1の方向（水平な方向）に一行に配置され、第1の方向とは直交する方向には半ピッチずつずらして配置される。各集光要素16は横と縦の比がB対Aの長方形であり、好ましくは $B=A$ の正方形である。

【0036】縦に並べた2つの画素46A、46Bが横に並べた2つの集光要素16に対応するように、2対2の対応で配置される。これは図7の寸法A、2Bと、図9の寸法A、Bととの関係から明らかである。より詳細には、図10の破断した部分に示す2つの画素46A、46Bに対して、2つの集光要素16A、16Bが対応する。

【0037】右側の集光要素16Aが上側の画素46Aに対応し、集光要素16Aは図10の右下から左上方向に光を向けながら3つの画素電極32R、32G、32Bに色光を集光する。同様に、左側の集光要素16Bが下側の画素46Bに対応し、集光要素16Bは図10の左上から右下方向に光を向けながら3つの画素電極32R、32G、32Bに色光を集光する。従って、2つの集光要素16A、16Bはこのように集光方向が異なるように屈折率の分布が形成されており、図10においては隣接する集光要素16円弧状のパターンが逆向きになっている。

【0038】図11は単純にデルタ配列の画素46A、46Bをもつ液晶パネル18と正分配列の集光要素16をもつ回折格子14との組み合わせの例を示す図である。集光要素16は第1の方向及びそれとは直交する方向にはマトリクス状に配置される。画素46A、46Bは図7の画素46A、46Bを横に半ピッチずらした形体で配列される。

【0039】斜めに並べた2つの画素46A、46Bが横に並べた2つの集光要素16に対応するように、2対

2の対応で配置される。より詳細には、図11の破断した部分に示す2つの画素46A、46Bに対して、2つの集光要素16A、16Bが対応する。右側の集光要素16Aが上側の画素46Aに対応し、右側の集光要素16Aと上側の画素46AとはT字を形成するように配置される。集光要素16Aは図11の下から上方向に光を向けながら3つの画素電極32R、32G、32Bに色光を集光する。同様に、左側の集光要素16Bが下側の画素46Bに対応し、左側の集光要素16Bと下側の画素46Bとは逆T字を形成するように配置される。集光要素16Bは図11の上から下方向に光を向けながら3つの画素電極32R、32G、32Bに色光を集光する。2つの集光要素16A、16Bはこのように集光方向が異なるように屈折率の分布が形成される。

【0040】図12は図10及び図11の液晶パネル18と集光要素16との組み合わせを用いるのに適した投射型表示装置10の構成を説明する図である。投射レンズ20が適切な焦点 f を持つ光学系においては、投射レンズ20に関して液晶パネル18及び集光要素16の反対側に、液晶パネル18の像14'及び集光要素16の像16'が形成される。スクリーン22を液晶パネル18の像14'の位置に配置すると、観視者はスクリーン22上で液晶パネル18の像14'を見ることになる。また、スクリーン22を集光要素16の像16'の位置に配置すると、観視者はスクリーン22上で集光要素16の像16'を見ることになる。

【0041】本発明では、好ましくは、スクリーン22を集光要素16の像16'の位置に配置し、観視者はスクリーン22上で集光要素16の像16'を見ることができるようになる。液晶パネル18の像18'を観ても、集光要素16の像16'を観ても、液晶パネル18によって空間変調された画像の形状は同じであるが、集光要素16の像16'を見るようにした方が画像を明瞭に見ることができる。

【0042】集光要素16の空間周波数は液晶パネル18の色ドットの空間周波数よりも低い。本願の発明者の検討によれば、同様の画像を見る場合でも、空間周波数の低い画像を見る場合には画像の視認性が高く、空間周波数の高い画像を見る場合には画像の視認性が低くなることが分かった。従って、液晶パネル18の色ドットは集光要素16の3倍の空間周波数で配置されているので、集光要素16の像16'を見る方が明瞭に画像を見ることができる。

【0043】このようにして、デルタ配列の集光要素16（図10）の像16'又は正分配列の集光要素16（図11）の像16'を明瞭に見ることができる。デルタ配列の画像は映像等に適しており、正分配列の画像はコンピュータの表示等に適している。投射レンズ20の焦点深度が大きくて、集光要素16の像16'だけでなく、液晶パネル18の像14'も見えてしまうことがあ

る。このような場合には、投射レンズ20の解像度を、空間周波数の低い集光要素16に対してMTF30パーセント以上で、空間周波数の高い色ドットに対してMTF20パーセント以下にするとよい。両者のMTFの差は10パーセント以上あるのが好ましい。こうすれば、色ドットが解像されず、画素が解像されることになり、集光要素16(図10)の像16'を明瞭に見ることができる。

【0044】この構成は、複数の画素(色ドット)を有する液晶パネル18と、液晶パネル18から所定の距離にある平面において液晶パネル18の画素と関連する像を形成する手段とを備え、該平面における該像の空間周波数が液晶パネル18の色ドットの空間周波数より小さい構成になっている。図13はこの原理を直視型表示装置にも応用した例を示している。液晶パネル18は複数の色ドット32R、32G、32Bを有する複数の画素46を有し、この液晶パネル18から所定の距離にある平面48において液晶パネル18の画素46と対応する像50を形成するようになっている。この場合、回折格子14を設けてもよく、あるいは色ドット32R、32G、32Bにカラーフィルタを設けてもよい。図示の例では、色ドット32R、32G、32Bにカラーフィルタを設けてある。回折格子14がないので、集光要素16は必要ではない。ただし、集光要素16とは別のレンズを設けることはできる。

【0045】液晶パネル18に光を照射することにより、1組の色ドット32R、32G、32Bを通った光が平面48において1つの像50を形成するようになる。ここで、平面48における像50の空間周波数が液晶パネル18の色ドット32R、32G、32Bの空間周波数より小さい構成になっており、上記したのと同じ理由により、像50を明瞭に見ることができる。画素46は正方配列であるので、像50は正方配列になる。

【0046】図14は画素46がデルタ配列の例を示し、その他の構成は図13と同様である。画素46がデルタ配列であるので、平面48(図13参照)における像50は正方配列になる。図15はデルタ配列の変形例を示している。1画素の色ドット32R、32G、32Bは一列に並んでいず、三角形のパターンで並んでおり、2つの画素で長方形を形成するようになっている。この配列をモザイク配列と言う。その他の特徴は図13と同様である。平面48(図13参照)における像50はX、X'で示されており、正方配列になる。

【0047】画素と集光要素の組合せ

次に、図16から図77を参照して画素46と集光要素16との新規な組合せの例について説明する。これらの例は集光要素16が図1及び図2に示されるように回折格子14と一体的に形成されている場合に特に有利である。上記したように、液晶パネル18の各画素46は3つの色ドット32R、32G、32Bを含む。図16か

ら図77においては、色ドット32R、32G、32Bを単にR、G、Bで示してある。

【0048】画素46と集光要素16を組み合わせる上で、集光要素16の単位体積当たりの個数が画素46の単位体積当たりの個数と同数又は又は整数倍であることが好ましい。また、画素46の形状が集光要素16の形状と合同であるか相似であれば、画素46と集光要素16との対応をとりやすい。しかし、これから述べる実施例においては、集光要素16の形状が画素46の形状と異なっていることが多い。それにもかかわらず、画素46と集光要素16との対応をとることができる。

【0049】図16は正方配列の画素46を示す図である。正方配列においては、4つの隣接する画素46の中心が正方形を形成する。あるいは、正方配列の画素46は互いに直交する第1の方向(図において水平な方向)及び第2の方向(図において垂直な方向)に周期性を備えた配列とすることができる。あるいは、正方配列を色ドットR、G、Bの配列で表現することもできる。すなわち、図16においては、色ドットR、G、Bは互いに垂直な第1及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素の3つの色ドットR、G、Bが第1及び第2の方向の一つと平行な線上にある。図16においては、1つの画素の3つの色ドットR、G、Bが水平な線上にある。

【0050】図17は正方配列の集光要素16を示す図である。正方配列の集光要素16は画素の場合と同様に第1及び第2の方向に周期性を備えた配列とすることができる。図18は図16に示す正方配列の画素46と図17に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。図19はこのときの集光要素16の特徴を示す。

【0051】図20は正方配列の集光要素16の変形例を示す図である。この場合にも、4つの隣接する集光要素16の中心が正方形を形成し、また、集光要素16は第1及び第2の方向に周期性を備えている。図20においては、各集光要素16は縦横の辺の比が1対2の長方形の形状に形成されている。長方形の辺は、水平に対して45°で斜め方向に延びる。言い換えれば、集光要素16は、第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形(長方形)の形状を有している。

【0052】図21は図16に示す正方配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図22はこのときの集光要素16の特徴を示す。画素46と集光要素16とは一対一で対応し、集光要素16の中心の周期は画素46の周期と一致している。集光要素16の形状は画素46の形状とは異なるので、表示を劣化させるモワレが発生しにくい特徴がある。

【0053】また、集光要素16によって集光した光の

ビーム径は集光要素16の長軸方向がもっとも小さくなる。(集光要素16の開口の大きさによる)ために、液晶パネル18の画素の色ドットR、G、Bの開口部の形状に合わせてビーム径の形状を操作することができる。また、集光要素16の短軸方向から入射させるような縞の設計においては、図19の集光要素16の形状よりも図22の集光要素16の形状にした方が縞のピッチの分布が少なくなる。回折格子14は縞のピッチによって最適な溝の深さが変化し、露光によって作成する回折格子14は溝の深さが一定となることから、縞のピッチの分布が少ない方が高回折効率となりやすい。

【0054】図23は正方配列の集光要素16の変形例を示す図である。この場合にも、4つの隣接する集光要素16の中心が正方形を形成し、また、集光要素16は第1及び第2の方向に周期性を備えている。図23においては、各集光要素16は六角形の形状に形成されている。六角形の辺は第1及び第2の方向とは平行ではない。言い換えれば、集光要素16は、第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形(六角形)の形状を有し、内角の角度を鈍角としている。

【0055】図24は図16に示す正方配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。回折格子14の集光要素16は円形状が最も集光ビームの面積を小さくすることができるため、このような多角形を用いると液晶パネルの実質的な開口率を向上させることができる。そして、光利用効率を向上させることが可能となる。

【0056】図25は正方配列の画素46の変形例を示す図である。この場合にも、隣接する4つの画素46の中心は正方形を形成する。また、各色については色ドットR、G、Bは互いに垂直な第1の方向及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素46の3つの色ドットR、G、Bが第1及び第2の方向に対して角度をなす第1の線上にある。1つの画素46について、3つの色ドットR、G、Bは階段状のパターンで形成されている。

【0057】図26は図25に示す正方配列の画素46と図17に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。図27は図25に示す正方配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。

【0058】図28は図25に示す正方配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16を逆向きにして組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。図29は図25に示す正方配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光

要素16とは一対一で対応する。

【0059】図30は図25に示す正方配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16を逆向きにして組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。これらの図において、集光要素16は太い線で示されている。光は回折格子14へ斜めに入射され、RGBの光の分離は入射角を含む平面内となる(図4参照)。従って、図25のように色ドットR、G、Bをシフトさせた方が光利用効率を高くすることが可能となる。図25～図30においては、光は右上斜め45度方向から左下方向に向かって入射させるのに適している。

【0060】図31は正方配列の画素46の変形例を示す図である。この場合にも、隣接する4つの画素46の中心は正方形を形成する。また、各色については色ドットR、G、Bは互いに垂直な第1の方向及び第2の方向に周期性を備え、1つの画素46の3つの色ドットR、G、Bが第1及び第2の方向に対して角度をなす第1の線上にある。色ドットR、G、Bはこの第1の線の方向に長手方向を有する長方形として形成される。

【0061】図32は図31に示す正方配列の画素46と図17に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。この構成では、上記したように、液晶パネル18の像をスクリーン22上に形成するのではなく、集光要素16の像をスクリーン22上に形成するようにすれば、集光要素16の正方配列と同一な表示配列とすることができる。

【0062】図33は図31に示す正方配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。集光要素16が画素46と同一な形状になる。図34は図31に示す正方配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16を逆にしたものとを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。画素46は集光要素16に関してミラー対称形となる。

【0063】図35は図31に示す正方配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。図36は図31に示す正方配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16を逆にしたものとを組み合わせた構成を示す図である。画素46と集光要素16とは一対一で対応する。

【0064】図31から図36に示す画素46においては、画素46は縦横比が1対2の長方形で、長軸(短軸)を水平に対して45度傾斜させることによって、図16の画素46と同様に上下左右が同周期の正方配列とすることができる。この配列における色ドットR、G、Bの形状は縦横比が3対2の長方形である。図16のよ

うな正方配列では色ドットR、G、Bの形状の縦横比が3対1であり、開口部が細長く、回折格子による集光ビームを効率よく透過させることが困難であった。しかし、この配列によって効率よく集光ビームを透過させることができるようになって、光利用効率を向上させることができるようになった。

【0065】また、図24、25は回折格子エレメントが内角が鈍角の多角形であって、実施例2と同様な理由から、光利用効率が向上する。また、入射角を回折格子エレメントの短軸方向から入射することによって、回折格子エレメントの縞ピッチの分布も少なく、色分離方向にもドット位置を合わせることが可能となり、光の利用効率が向上する。

【0066】図37はデルタ（トライアングル）配列の画素46を示す図である。この配列は映像表示用として用いられる配列である。すなわち、画素46が互いに垂直な第1の方向及び第2の方向の一方（図示の例においては垂直方向）に周期性を備え、周期性のある（垂直な）列の画素46はそれに隣接する列の画素46とは反転した形状を有する。水平な列で見るとときには、隣接する2つの列の色ドットR、G、Bでは周期が1/2位相ずらして配置される。

【0067】図38はデルタ配列の集光要素16を示す図である。集光要素16は第1及び第2の方向に平行な2対の辺を含む四角形の形状を有し、且つ第1及び第2の方向の一方に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が1/2位相差ずらして配置されている。図39は図37に示すデルタ配列の画素46と図38に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。この構成では、1つの集光要素16は、それと重なった位置にある画素46の色ドットGと、その画素46の片側にある画素46の色ドットRと、反対側にある画素46の色ドットBとに光を集光させる。つまり、画素46が横長の画素（図7参照）と見立てているのと同様で、この画素46に色分離及び集光させる回折格子14の縞は図18の正方配列での縞より分布を少なくすることができる。そのため、上記したように、高い回折効率を得ることができる。また、デルタ配列の画素46は通常凸型の画素であるが、横一列の横長の画素として駆動させてもよい。

【0068】図40はデルタ配列の集光要素16の変形例を示す図である。集光要素16は第1及び第2の方向とは異なる第3及び第4の方向にそれぞれ平行な長辺を含む四角形の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向の一方に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では一方の列の集光要素の短辺が他方の列の集光要素の長辺に当接するように交互の向きで周期が1/2位相ずらして配置されている。

【0069】図41は図37に示すデルタ配列の画素46と図40に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合

わせた構成を示す図である。図42はデルタ配列の集光要素16の変形例を示す図である。集光要素16は第1及び第2の方向とは異なる第3の方向に平行な1対の辺を含む多角形（六角形）の形状を有し、且つ該第1及び第2の方向の一方に周期性を備え、隣接する2つの列の集光要素では周期が1/2位相ずらして配置されている。

【0070】図43は図37に示すデルタ配列の画素46と図42に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図41及び図43の構成の作用は図39の構成の作用と同様である。図44はデルタ配列の変形例であるモザイク配列の画素46を示す図である。色ドットR、G、Bはモザイク配列になっている。画素46はL字形に配置された色ドットR、G、Bを含むが、L字のコーナー部には、色ドットR又はBが位置する。画素46は垂直な方向に周期性を備える。隣接する2つの水平な列の色ドットR、G、Bでは周期が1/3位相ずらして配置され、次に隣接する2つの水平な列の色ドットR、G、Bでは周期が-1/3位相ずらして配置される。例えば、一番上の列の色ドットG、R、Bのシリーズは、その下の列では1色ドット分左側に移動し、さらにその下の列では1色ドット分右側に移動している。1色ドット分は1/3位相差に相当する。

【0071】図45はモザイク配列の画素46の変形例を示す図である。色ドットR、G、Bはモザイク配列になっている。画素46は長方形であり、一列に配置された色ドットR、G、Bを含む。色ドットR、G、Bの配列は図44の色ドットR、G、Bの配列と同じである。図46は図45に示すモザイク配列の画素46と図38に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図46の構成では、図47に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の（2種類のピッチ分の異なる縞形状をもった）集光要素16を使用する。

【0072】図48は図45に示すモザイク配列の画素46と図40に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図48の構成では、図49に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。図50は図45に示すモザイク配列の画素46と図42に示すデルタ配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図50の構成では、図51に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。これらの集光要素の配列はデルタ配列と等しく、集光要素を見るようにすることによって、画素46はモザイク配列だが表示を映像表示用によりデルタ配列とすることが可能となる。

【0073】図52は図45に示すモザイク配列の画素46と図41に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図52の構成では、図53

に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。二種の縞形状は回折される光の出射方向が図において上下方向に異なるように設計されている。これらの集光要素16の配列は正方配列であり、画素46はモザイク配列だが、表示をテキスト(文字)表示用により配列とすることができる。

【0074】図54は図45に示すモザイク配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図54の構成では、図55に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。図56は図45に示すモザイク配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図56の構成では、図57に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。

【0075】図58及び図59は図44及び図45のモザイク配列の画素46の変形例を示す図である。図44及び図45の例では画素46は色ドットの2列毎に周期性があったのに対して、この例では画素46は色ドットの3列毎に周期性がある。そして、この例においては、垂直方向に見て3列毎に同色の色ドットがくる。色ドットの並び方が図58と図59では同一であるが、図58では画素内の色ドットがL字形、図49では長方形である。この場合、隣接する2つの列の色ドットでは周期が1/3位相ずらして配置され、次に隣接する2つの列の色ドットではさらに周期が1/3位相ずらして配置される。例えば、青色の色ドットBは、図44及び図45では下にいくに従ってジグザグになるが、図58及び図59では下にいくに従って一定の斜め方向にいく。

【0076】図60は図59に示すモザイク配列の画素46と図17に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図60の構成では、図61に示すように集光位置の異なる集光機能をもった4種類の集光要素16を使用する。図62は図59に示すモザイク配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図62の構成では、図63に示すように集光位置の異なる集光機能をもった4種類の集光要素16を使用する。4種類の集光要素16は水平方向及び垂直方向に異なる集光機能を有する。

【0077】図64は図59に示すモザイク配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図64の構成では、図65に示すように集光位置の異なる集光機能をもった4種類の集光要素16を使用する。図66は図59に示すモザイク配列の画素46と長方形であるデルタ配列同等の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。

【0078】図67は図59に示すモザイク配列の画素46と六角形であるデルタ配列同等の集光要素16を逆にしたものとを組み合わせた構成を示す図である。図6

6及び図67においては、一種類の縞形状の集光要素46を使用することができる。図68から図73はデルタ配列の画素46と正方配列の集光要素16との組合せの例を示す図である。

【0079】図68は図37に示すデルタ配列の画素46と図17に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図68の構成では、図69に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。図70は図37に示すデルタ配列の画素46と図20に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図70の構成では、図71に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。

【0080】図72は図37に示すデルタ配列の画素46と図23に示す正方配列の集光要素16とを組み合わせた構成を示す図である。図72の構成では、図73に示すように集光位置の異なる集光機能をもった2種類の集光要素16を使用する。これら例においても、正方配列の集光要素16の像をスクリーンに投射するようにして、コンピュータに適した表示を得ることができる。

【0081】図74は正方配列の画素46の変形例を示す図である。従来の画素の構成では、回折格子14の波長に対する分光回折効率の特性や、光学配置の特性、不要な短、長波長の光の影響などから緑の表示が明るくなる傾向がある。そこで、図74のように緑の色ドットGは細長い形状とし、赤及び青の色ドットR、Bを集光されたビームが透過しやすいように縦横比を小さい形状にする。

【0082】図75、図76、及び図77は、この画素46と図17、図20、図23の集光要素16と組み合わせた構成を示す図である。この手法によって、中と青の表示は明るくなり、赤、緑、青のバランスがよくなる。また、赤、緑、青の分光方向(斜め)に対して隣の色ドットが隣接していないために不要な短、長波長の光の影響が少なく、色純度を向上させることができる。

【0083】図68及び図69の画素46においては、緑の色ドットGの縦横比が6対2、赤の色ドットGの縦横比が3対4、青の色ドットBの縦横比が3対4であるのが好ましい。あるいは、その逆に、緑の色ドットGの縦横比が2対6、赤の色ドットGの縦横比が4対3、青の色ドットBの縦横比が4対3とすることもできる。

偏光分離及び混合

以下図78から図110を参照して偏光装置を使用した実施例について説明する。

【0084】図78に示される表示装置10は、光源12と、偏光装置52と、偏光子54と、集光要素16を含む回折格子14と、液晶パネル18と、検光子56と、フィールドレンズ58と、投射レンズ20とからなる。フィールドレンズ58は前の実施例においても設けることができる。偏光装置52は光源12の光を第1及

び第2の偏光 L_1 、 L_2 に分離する偏光ビームスプリッタ60を含む。この場合、第1の偏光 L_1 は偏光ビームスプリッタ60を透過してまっすぐに進み、第2の偏光 L_2 は偏光ビームスプリッタ60で反射される。偏光装置52はさらに1/2波長板62及びミラー64を含み、第2の偏光 L_2 は1/2波長板62を透過することにより、第2の偏光 L_2 の振動面が第1の偏光 L_1 の振動面とほぼ同じになる。第2の偏光 L_2 はミラー64で反射される。こうして、第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 は互いの間に角度 θ をなして偏光子54へ向かう。第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 はすでに直線偏光になっているので、偏光子54は省略することができる。偏光子54は第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を成形するために設けられる。

【0085】集光要素16を含む回折格子14の基本的な作用は最初に説明したように、回折により光を色分離し、且つ液晶パネル18の画素46で集光させるものである。検光子58は図3の検光子40と同じである。図79は偏光装置52の変形例を示す図である。この偏光装置52は偏光ビームスプリッタ60と反射ミラー66、68とからなる。光源12からのランダムな偏光である光は偏光ビームスプリッタ60によって第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 に分離され、分離された第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を反射ミラー66、68によって入射光、透過光、及び反射光で作る平面に対して法線方向に折り曲げ、よって振動面を同じにし且つ角度 θ を形成させる。角度 θ はミラーの角度で調節可能である(図78においても同様)。

【0086】この偏光装置52は図78の例の1/2波長板62を用いない。波長板の効果は一般的に波長に依存し、ある波長においては直線偏光を異なる向きに変換できるが、他の波長では楕円偏光となってしまう、可視光域の全域を使用する液晶表示装置では、損失となってしまう。この偏光装置52は波長板を用いないために偏光方向、波長による損失がなく、光利用効率が向上する。また、この偏光装置52は第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 の光路も等しく、混合後の光学素子による収差も発生しにくい特徴がある。また、 θ は画素46の大きさ、集光要素16と液晶パネル18との距離、画素46の配列によって決定される。

【0087】図80及び図81は図43に示されたデルタ配列の画素46とデルタ配列の集光要素16との組合せの構成に類似した構成を示している。図43では色ドットGの上に集光要素16の中心が配置されていた。本実施例では、そのような関係はない。図81において

$$\sin(\theta/2) = n \times \sin(\theta'/2) \quad (1)$$

$$\tan(\theta'/2) = d/2/t \quad (2)$$

$$d = 2h \quad (3)$$

これらの式から θ' を消去すると、 θ は以下の関係を満足する。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

は、垂直方向の1列の集光要素16が16x、16y、16zで示され、(ハッチングで示す)2組の色ドットB、G、Rが画素46x、46yで示されている。他の画素46zが2つの画素46x、46yの間に介在している。この実施例では、1列おきの画素46x、46yに注目する。図80でも同様の集光要素16x、16y、16zと2組の画素46x、46yが示されている。

【0088】図80に示されるように、角度 θ をなす第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 は集光要素16を通り、画素46x、46yに入射する。詳細には、上の集光要素16xを通る第1の偏光 L_1 は画素46xの上方にある別の画素に入射し、第2の偏光 L_2 は画素46xに入射する。中の集光要素16xを通る第1の偏光 L_1 は画素46xに入射し、第2の偏光 L_2 は画素46yに入射する。下の集光要素16xを通る第1の偏光 L_1 は画素46yに入射し、第2の偏光 L_2 は画素46yの下方にある画素に入射する。

【0089】上の集光要素16xと画素46xとの間の距離は中の集光要素16xと画素46yとの間の距離と等しい。また、上の集光要素16xから画素46xへ入射する第2の偏光の入射角 L_2 が中の集光要素16xから画素46xへ入射する第1の偏光 L_1 の入射角と等しい。さらに、図81に示されるように、集光要素16x、16y、16zの隣には、1/2位相差ずらして配置された別の画素が集光要素がある。それらの集光要素が画素46x、46yの間の画素46z及び画素46x、46yの上及び下の画素に対応して作用する。

【0090】この構成によれば、偏光を使用する表示装置において、従来のように光源12の光が偏光子により半分に減少されることがない。すなわち、光源12の光が第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 として全て利用される。そして、第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 がともに各画素に入射し、偏光ビームスプリッタや反射ミラーの特性から第1の偏光と第2の偏光との間で光強度が異なっても、表示される画像の明るさは第1及び第2の偏光の和であるので、明るさむらとはならない。よって、従来の表示に比べ、偏光損失が軽減された明るい表示となる。図80において、画素ピッチ(ドットピッチ)をh、1つの集光要素から入射する2組の画素の中心間の距離d、液晶パネル18と集光要素16との間の距離t、液晶パネル18と集光要素16との間に存在する媒体(回折格子)の屈折率nとすると θ は以下の通りとなる。(θ' は媒体中の角度)。

【0091】

または、

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 h^2 / (t^2 + h^2))} \quad (5)$$

例えば、画素ピッチが $50\mu\text{m}$ 、集光素子とパネル間の距離が 1.1mm 、媒体の屈折率が 1.5 の場合、 $\theta = 7.8^\circ$ となる。

【0092】図82、図83、及び図84は、画素配列が正方配列のときの例を示す。図82においては、集光素子16は水平方向及び垂直方向に平行な辺を備えた四角形（図は正方形）の例である。集光素子16の中心は隣り合う画素46x、46yの間でその2組の画素46x、46yの中心から等距離のところにある。上の集光要素16xは第1の偏光 L_1 を画素46xの上方の画素に向けて出射し、第2の偏光 L_2 を画素46xに向けて出射する。中の集光要素16yは第1偏光 L_1 を画素46xに向けて出射し、第2の偏光 L_2 を画素46yに向けて出射する。下の集光要素16zは第1の偏光 L_1 を画素46yに向けて出射し、第2の偏光 L_2 を画素46yの下方の画素に向けて出射する。従って、この場合には、図80及び図81の例のように1つおきの画素に出射するのではなく、連続的な画素に出射する。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0093】図83は集光要素16が水平方向及び垂直方向とは異なる方向に平行な辺を備えた四角形（図は長方形）の例である。集光要素16yの中心は隣り合う画素の間で2組の画素46x、46yの中心から等距離にある。集光要素16yは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2

$$\sin(\theta/2) = n \times \sin(\theta'/2) \quad (1)$$

$$\tan(\theta'/2) = d/2/t \quad (2)$$

$$d = h \quad (6)$$

これらの式から θ' を消去すると、 θ は以下の関係を満足する。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

または、

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 h^2 / (4t^2 + h^2))} \quad (7)$$

例えば、画素ピッチが $50\mu\text{m}$ 、パネル間距離が 1.1mm 、媒体の屈折率が 1.5 の場合、 $\theta = 3.9^\circ$ となる。

【0097】図85及び図86は図81と同様に、液晶パネルの画素配列がデルタ配列の場合を示す。図81は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。図85は集光要素16が水平方向及び垂直方向に平行な辺を備えた四角形（図は正方形）の例である。

【0098】図86は集光要素16が水平方向及び垂直方向とは異なる両方に平行な辺を備えた四角形（図は長方形）の例である。図81、図85及び図86では、集光要素16は第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射するが、1つの集光要素16yに対応しているこの画素46x、46yは、1組の（1列の）画素を介して（1列飛ばして）配置する。集光要素16の中心はこの2組の画素の間で、画素の中心から

を画素46x、46yに向けて出射する。集光要素16xは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 の一方を画素46xに向けて出射し、集光要素16zは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 の他方を画素47yに向けて出射する。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0094】図84は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。集光要素16の中心は隣り合う画素46の間でその2組の画素46の中心から等距離にある。集光要素16yは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射する。集光要素16xは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 の一方を画素46xに向けて出射し、集光要素16zは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 の他方を画素47yに向けて出射する。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0095】この配列での第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 間の角度 θ は2組の画素が隣り合うため、角度計算は以下の通りとなる。画素ピッチを h 、1つの集光要素16から入射する2組の画素46の中心間の距離 d 、集光要素16と液晶パネル18との間の距離 t 、液晶パネル18と集光要素16との間の媒体（回折格子）の屈折率 n とすると、 θ は以下の通りとなる。（ θ' は媒体中の角度）。

【0096】

$$\sin(\theta/2) = n \times \sin(\theta'/2) \quad (1)$$

$$\tan(\theta'/2) = d/2/t \quad (2)$$

$$d = h \quad (6)$$

足する。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

等距離にある。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0099】図81から図86のにおいては、回折格子は白色光を波長分離する機能を備え、分離方向は入射光線軸と、回折光線軸を含む平面内において波長分離するため、図81から図86においては、光源12からの光の入射方向は右斜め方向（R、Bの関係より）であって、水平軸より $\pm\theta/2$ の角度で2光束を回折格子に入射させている。

【0100】図87から図91は液晶パネルの画素が変形正方配列であり、正方配列をR、G、B各色ドットを平行移動させた例である。図87は集光要素16は水平方向及び垂直方向に平行な辺を備えた四角形（図は正方形）の例である。図88、89は単位回折格子が水平方向及び垂直方向とは異なった方向に平行な辺を備えた四角形（図は長方形）の例である。図88では四角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図89

では四角形の短軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。

【0101】図90及び図91は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。図90では六角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図91では六角形の短軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。そして、図77から図91は集光要素16yが第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射するが、1つの集光要素16yに対応している画素46x、46yは、1組の（斜め1列の）画素を介して（斜め1列飛ばして）配置する。集光要素の中心はこの2組の画素46x、46y RGBの間で、画素の中心から等距離にある。各RGB画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0102】図87から図91においては、光源から回折格子への入射方向は右斜め上方向（R、Bの関係より）であり、水平軸より $\pm\theta/2$ の角度で2光束を回折格子に入射させている。図92から図96は液晶パネルの画素配列が変形正方配列であり、画素中心の周期を維持したまま、従来の細長い開口部を補正した例である。

【0103】図92は集光要素16は水平方向及び垂直方向に平行な辺を備えた四角形（図は正方形）の例である。図93、図94は集光要素16が水平方向及び垂直

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

図97及び図98は、液晶パネルの画素配列がm列目とm+1列目が1ドット（単色画素）シフトする周期で構成されるモザイク配列である。図97は集光要素16が水平方向及び垂直方向とは異なった方向に平行な辺を備えた四角形（図は長方形）の例である。図98は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。

【0107】そして、図97及び図98は集光要素16

$$\sin(\theta/2) = n \times \sin(\theta'/2) \quad (1)$$

$$\tan(\theta'/2) = d/2/t \quad (2)$$

$$d = 3h \quad (8)$$

これらの式から θ' を消去すると、 θ は以下の関係を満足する。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

または、

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(9n^2 h^2 / (4t^2 + 9h^2))} \quad (7)$$

例えば、画素ピッチが $50\mu\text{m}$ 、パネル間距離が1.1mm、媒体の屈折率が1.5の場合、 $\theta = 11.7^\circ$ となる。

【0110】図99から図103は液晶パネルの画素配列が変形正方配列であり、画素中心の周期を維持したまま、従来の細長い開口部を補正している。このパネルの配列法に対応した例を以下に示す。図99は集光要素16は水平方向及び垂直方向に平行な線を備えた四角形（図は正方形）の例である。図100、図101は集光

方向とは異なった方向に平行な辺を備えた四角形（図は長方形）の例である。図93では四角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図94では四角形の短軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。

【0104】図95、図96は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。図95では六角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図96では六角形の短軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。そして、図92から図96は集光要素16yは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射するが、1つの集光要素16yに対応している画素46x、46yは、1組の（斜め1列の）RGB画素を介して（斜め1列飛ばして）配置する。集光要素16yの中心はこの2組の画素46x、46yの間で、画素の中心から等距離にある。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0105】図92から図96においては、光源からの入射方向は右斜め上方向（R、Bの関係より）であってその軸より $\pm\theta/2$ の角度で2光束を回折格子に入射させている。図87から図96の実施例における2つの光束の角度 θ は図の画素46x、46yの中心間の距離をdとおくと、図83及び図84の実施例で示したように θ は以下であらわすことができる。

【0106】

yは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射するが、1つの集光要素16yに対応している画素46x、46yは、1組の（斜め1列の）RGB画素を介して（斜め1列飛ばして）配置する。集光要素16の中心はこの2組の画素46x、46yの間で、画素の中心から等距離にある。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0108】この場合の θ は以下の通りとなる。

【0109】

要素16が水平方向及び垂直方向とは異なった方向に平行な線を備えた四角形（図は長方形）の例である。図100では四角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図101では四角形の短軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。

【0111】図102、図103は集光要素16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。図102では六角形の長軸方向がR、G、Bの配列方向に一致している。図103では六角形の短軸方向が

R、G、Bの配列方向に一致している。そして、図99から図103は集光素子16yは第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x、46yに向けて出射するが、1つの集光素子17yに対応している画素46x、46yは、1組の(斜め1列の)画素を介して(斜め1列飛ばして)配置する。集光素子17yの中心はこの2組の画素46x、46yの間で、画素の中心から等距離にある。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

図104、図105、図106は、液晶パネルの画素配列がm列目とm+1列目が1ドット(単色画素)シフトする周期で構成されるモザイク配列である。図104は集光素子16は水平方向及び垂直方向に平行辺を備えた四角形(図は正方形)の例である。図105は集光素子16が水平方向及び垂直方向とは異なった方向に平行な辺を備えた四角形(図は長方形)の例である。図106は集光素子16が内角が全て鈍角で向き合う角度が等しい六角形の例である。

【0114】図104において、集光素子16y1は第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x1、46y1に向けて出射するが、集光素子16y2は第1及び第2の偏光 L_1 、 L_2 を画素46x2、46y2に向けて出射する。ここで、集光素子16y1、y2は画素と相対

$$\sin(\theta/2) = n \times \sin(\theta'/2) \quad (1)$$

$$\tan(\theta'/2) = d/2/t \quad (2)$$

$$d = 2h \quad (3)$$

これらの式から θ' を消去すると、 θ は以下の関係を満足する。

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 d^2 / (4t^2 + d^2))} \quad (4)$$

または、

$$\sin(\theta/2) = \sqrt{(n^2 h^2 / (t^2 + h^2))} \quad (5)$$

例えば、画素ピッチが $50\mu\text{m}$ 、パネル間距離が1.1mm、媒体の屈折率が1.5の場合、 $\theta = 7.8^\circ$ となる。

【0118】図110は集光素子16がマイクロレンズアレイ16aである例を示す。色分離機構は図6に示したダイクロミックミラーを用いたものと同様である。図79から図109に示した特徴は図110の光学装置10にも同様に適用できる。

波長カットフィルタ

図111は他本発明の他の実施例について説明する。図111に示される表示装置10は、光源12と、波長カットフィルタ70と、光源像消し装置72と、コリメータレンズ74と、偏光子57と、集光要素16を含む回折格子14と、液晶パネル18と、検光子56と、フィールドレンズ58と、投射レンズ20とからなる。偏光子57は図3の偏光子38に相当する。

【0119】波長カットフィルタ70は、赤のスペクトルバンドの長波長側に整合した赤カット機能と、青のス

【0112】図99から図103においては、図83及び図84の実施例で述べた理由から光源から回折格子への光の入射方向は右斜め上方向(R、Bの関係より)であってその軸より $\pm\theta/2$ の角度で2光束を回折格子に入射させている。2つの光束の間の角度 θ は図の画素46x、46yの中心間の距離をdとおくと、 θ は以下であらわすことができる。

【0113】

的な配置が異なるが、図107のように、2種の集光素子16を用いることにより、前の実施例と同様な表示を可能とすることができる。

【0115】図105、図106においても、図108、図109のような2種の集光素子16を用いることにより、画素と相対的な配置が可能となる。図104から図106の集光素子16は行ごとに同種の集光素子が配置され、1行おきに他の種類の集光素子が配置される。集光素子16y1、y2に対応している画素46x、46y、1組の(1列の)画素を介して(1列飛ばして)配置する。集光素子の中心はこの2組の画素の間で、画素の中心から等距離にある。各画素は2つの光束が合成されるために明るい表示となる。

【0116】この場合の θ は以下の通りとなる。

【0117】

ペクトルバンドの短波長側に整合した青カット機能とを備えたものであり、すなわちUV-IRカットフィルタとして構成されている。波長カットフィルタ70は光源12と光源像消し装置72との間に配置される。光源像消し装置72は光源12から照射される光を一点に絞り、そこから発散性の光を出射する。光源像消し装置72はコリメータレンズ74の焦点の位置に配置され、コリメータレンズ74を光源像消し装置72から出射した光を平行光として回折格子14へ出射する。

【0120】図112は回折格子14を使用した色分離を示す図である。回折格子14は白色光を赤、緑、及び青色の光に分離している。しかし、実際には、連続した波長の光が回折格子14から出射され、赤、緑、及び青色及びその他の色の光が液晶パネル18に入射する。液晶パネル18の画素の色ドットR、G、B(32R、32G、32B)はブラックマトリクス中に開口する開口部として形成され、分離された赤、緑、及び青色の光が来る位置に開口するように設計されたものである。従っ

て、赤、緑以外の色の光はブラックマトリクスで遮光される。

【0121】図113は、回折格子14（集光素子16）とブラックマトリクス上の開口（R、G、B）とを示す図である。さらに、図113には、開口（R、G、B）に入射するビームスポットが丸で示されている。各色ドットの中心を通過する光の波長を λ_R 、 λ_G 、 λ_B で示されている。また、赤のスペクトルバンドの長波長側にある光の波長を λ_{R+} 、青のスペクトルバンドの長波長側にある光の波長を λ_{B-} で示してある。また、赤と緑の中間にある光の波長を λ_{RG} 、緑と青の中間にある光の波長を λ_{GB} として示してある。照明系の平行度が悪い場合や、画素の色ドットのピッチが小さい場合には、開口に比べてビーム径が大きくなるため、本来遮光したい波長であるこれらの光が射出されることになる。

【0122】図114は赤、緑、青の各色ドットを通過する光のスペクトル特性を示す図である。回折格子14の集光素子16と液晶パネル18の画素の色ドットR、G、Bは周期性をもって配置されるため、その周期性から、ある集光素子16からある画素に入射する光に対して、不要な光が隣接する集光素子16からもその画素に入射する。すなわち、赤、青については、図114に示されるように、2つのピークが存在する。1つはそれぞれ赤、青のスペクトルバンドをもつ必要なピーク（ λ_R 、 λ_B ）であるが、もう1つ（ λ_{R+} 、 λ_{B-} ）は色純度を低下させる不要な光である。

【0123】赤、緑、青の色ドットを通過する光のスペクトルをまとめて図115に示す。必要な赤、緑、青のスペクトルバンド以外に、不要な赤、緑、青のスペクトルバンドも重なり合い、それぞれの色純度を低下させている。図116の波長カットフィルタ70の波長カット特性を示し、実線が赤カットフィルタの特性、破線が青カットフィルタの特性を示す図である。青カットフィルタのカット波長は、赤色ドットからの透過光で出現する短波長側ピークと青ドットからの透過光で出現する短波長側ピークのほぼ中間波長（390～450nm）である。赤カットフィルタのカット波長は、青ドットからの透過光で出現する長波長側ピークとRドットからの透過光で出現する長波長側ピークのほぼ中間波長（620～680nm）である。

【0124】図118は図115の光のスペクトルに対して図117の波長カット特性によって波長カットした後光のスペクトルを示す図である。これによって、赤、緑、青のスペクトルバンドの高低波長域で出現する光については、 λ_{R+} 、 λ_{B-} の波長成分をカットし、この不要な光を除去することができる。また、RGBの各バンドの重なりには、 λ_{RG} 、 λ_{GB} を中心とする狭帯域バンドカットフィルタ（図118）を挿入することで、改善することができる。これにより、適正な色純度を持ち、明るい表示を実現することができる。従って、図1

16のカット特性と、図118のカット特性とを組み合わせた図119の波長カット特性を備えたフィルタを用いるのが好ましい。

【0125】図120から図122は、回折格子14の集光素子16の配列の例と画素の配列の例を示す図である。図120はともに正方配列の例である。図121はともにデルタ配列の例である。図122はともにモザイク配列の例である。これらの例においては、各画素の緑のGドット上に集光素子16の中心がくるように配置している。1個の集光素子16は水平方向に並んだ3つの色ドットからなる画素に対して配置されているとする。集光素子16は真下の緑の色ドットと左右の赤及び青の色ドットを1ユニットして、各色ドットに対応する。

【0126】図123は色ドットが横長の開口部として形成され、図124は色ドットが縦横長の開口部として形成された例を示す図である。図125は、回折格子14の集光素子16と画素とが同じ個数である従来の場合を示している。図126は回折格子の集光素子16を画素より上下左右に1個ずつ多く配置する本発明の実施例を示している。

【0127】回折格子14の集光素子16と画素とが同じ個数であり、且つ回折格子14に入射する光の平行度が低いと、周期構造の影響を受ける画面の部分（中央部）と周期構造の影響を受けない画面の部分（周辺部）とで、透過するスペクトルが異なる。すなわち、各集光素子16から対応する画素に向かって光が入射し、且つその集光素子16から隣接する画素にも光が入射して影響を与える。画面の中央部においては、画素は隣接する画素から同じように影響を受けるので、色むらを生じさせることはない。これに対して、画面の周辺部においては、端部の画素にはそれよりも内側の集光素子からの影響はあるが、それよりも外側の（存在しない）集光素子からの影響はない。従って、端部の画素とそれよりも内側にある画素とは、影響の受け方が異なり、色むらを生じさせる原因になる。

【0128】図126に示されるように、集光素子16の数が画素の数よりも多いと、まず集光素子16を画素と一対1で対応して配置するとともに、端部側の画素のまわりにさらに集光素子16を配置することができる。従って、画面の周辺部においては、端部の画素にはそれよりも内側の集光素子16及びその外側の集光素子16からの影響はない。従って、端部の画素とそれよりも内側にある画素とは、影響を受け、均一な影響を受けることになって、色むらを生じさせる原因とはならなくなる。図126に示すように、回折格子14の集光素子16を画素より上下左右に1個ずつ多く配置することで、画面の中央部と周辺部における回折格子の集光素子16の影響を同じとすることができ、色むらの発生を抑えることができる。

【0129】回折格子の集光素子16を液晶パネル18

の全周に沿って多く設ける必要はなく、回折格子14の入射側の辺にのみ集光素子16の数を増加することもできる。また、図127に示すように、液晶パネル18のまわりに複数の列で集光素子16の数を増加することもできる。集光素子16の数(NX、NY)が色ドットをひとかたまりとした画素数(MX、MY)に対して、 $NX \times NY = (MX + 2) \times (MY + 2)$ とするとよい。

【0130】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、表示装置としての光利用効率を向上させることができる。また、画素の配列と集光素子の配列とを適切に組合せた、所望の表示の様式を実現することができる。また、表示のモワレも少なく、不要な短、長波長の光の影響が少なく、色純度を向上させることができる。偏光を分離し且つ混合する偏光装置を用いて、光の損失のない、高い光利用効率の表示装置を得ることができる。また、色純度がよく、色むらがない表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の表示装置を示す略図である。

【図2】図1の拡散格子に設けられる集光要素を示す図である。

【図3】図1の表示装置の変形例のマイクロレンズアレイを用いた表示装置を示す図である。

【図4】図3の拡散格子を示す側面図である。

【図5】図3の集光要素と画素との関係を示す図である。

【図6】図1の表示装置の変形例のダイクロイックミラーを用いた表示装置を示す図である。

【図7】図1から図6の液晶パネルの画素の例を示す図である。

【図8】従来の液晶パネルの画素の例を示す図である。

【図9】図7の画素を変形デルタ配列した例を示す図である。

【図10】変形デルタ配列の画素と正方配列の集光要素との関係を示す図である。

【図11】デルタ配列の画素とデルタ配列の集光要素との関係を示す図である。

【図12】集光要素の像を見るように構成された光学系を示す図である。

【図13】直視型表示装置の例を示す図である。

【図14】直視型表示装置の他の例を示す図である。

【図15】直視型表示装置の他の例を示す図である。

【図16】正方配列の画素を示す図である。

【図17】正方配列の集光要素を示す図である。

【図18】図16に示す正方配列の画素と図17に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図19】図18における集光要素の特徴を示す図であ

る。

【図20】正方配列の集光要素の変形例を示す図である。

【図21】図16に示す正方配列の画素と図20に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図22】図21における集光要素の特徴を示す図である。

【図23】正方配列の集光要素の変形例を示す図である。

【図24】図16に示す正方配列の画素と図23に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図25】正方配列の画素の変形例を示す図である。

【図26】図25に示す正方配列の画素と図17に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図27】図25に示す正方配列の画素と図20に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図28】図25に示す正方配列の画素と図20に示す正方配列の集光要素を逆向きにして組み合わせた構成を示す図である。

【図29】図25に示す正方配列の画素と図23に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図30】図25に示す正方配列の画素と図23に示す正方配列の集光要素を逆向きにして組み合わせた構成を示す図である。

【図31】正方配列の画素の変形例を示す図である。

【図32】図31に示す正方配列の画素と図17に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図33】図31に示す正方配列の画素と図20に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図34】図31に示す正方配列の画素と図20に示す正方配列の集光要素を逆にしたものとの組み合わせた構成を示す図である。

【図35】図31に示す正方配列の画素と図23に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図36】図31に示す正方配列の画素と図23に示す正方配列の集光要素を逆にしたものとの組み合わせた構成を示す図である。

【図37】デルタ配列の画素を示す図である。

【図38】デルタ配列の集光要素を示す図である。

【図39】図37に示すデルタ配列の画素と図38に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 4 0】デルタ配列の集光要素の変形例を示す図である。

【図 4 1】図 3 7 に示すデルタ配列の画素と図 4 0 に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 4 2】デルタ配列の集光要素の変形例を示す図である。

【図 4 3】図 3 7 に示すデルタ配列の画素と図 4 2 に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 4 4】デルタ配列の変形例であるモザイク配列の画素を示す図である。

【図 4 5】デルタ配列の画素の変形例を示す図である。

【図 4 6】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 3 8 に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 4 7】図 4 6 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 4 8】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 4 0 に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 4 9】図 4 8 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 5 0】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 4 2 に示すデルタ配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 5 1】図 5 0 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 5 2】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 1 7 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 5 3】図 5 2 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 5 4】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 2 0 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 5 5】図 5 4 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 5 6】図 4 5 に示すモザイク配列の画素と図 2 3 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 5 7】図 5 4 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 5 8】モザイク配列の画素の変形例を示す図である。

【図 5 9】モザイク配列の画素の変形例を示す図である。

【図 6 0】図 5 9 に示すモザイク配列の画素と図 1 7 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 1】図 6 0 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 6 2】図 5 9 に示すモザイク配列の画素と図 2 0 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 3】図 6 2 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 6 4】図 5 9 に示すモザイク配列の画素と図 2 3 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 5】図 6 4 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 6 6】図 5 9 に示すモザイク配列の画素と長方形のデルタ配列の集光要素を逆にしたものとを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 7】図 5 9 に示すモザイク配列の画素と六角形のデルタ配列の集光要素を逆にしたものとを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 8】図 3 7 に示すデルタ配列の画素と図 1 7 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 6 9】図 6 8 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 7 0】図 3 7 に示すデルタ配列の画素と図 2 0 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 7 1】図 7 0 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 7 2】図 3 7 に示すデルタ配列の画素と図 2 3 に示す正方配列の集光要素とを組み合わせた構成を示す図である。

【図 7 3】図 7 2 で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図 7 4】正方配列の画素の変形例を示す図である。

【図 7 5】図 7 4 の正方配列の画素 4 6 と図 1 7 の集光要素 1 6 と組み合わせた例構成を示す図である。

【図 7 6】図 7 4 の正方配列の画素 4 6 と図 2 0 の集光要素 1 6 と組み合わせた構成を示す図である。

【図 7 7】図 7 4 の正方配列の画素 4 6 と図 2 3 の集光要素 1 6 と組み合わせた構成を示す図である。

【図 7 8】本発明の第 3 実施例による偏向装置を含む表示装置を示す図である。

【図 7 9】図 7 8 の偏向装置の一例を示す図である。

【図 8 0】図 7 8 の偏向装置を通った光が集光要素を介して画素に入射するところを示す図である。

【図 8 1】図 8 0 の構成とともに使用する画素の配列を示す図である。

【図 8 2】図 7 8 の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の一例を示す図である。

【図 8 3】図 7 8 の装置で使用する画素の配列及び集

光要素の配列の他の例を示す図である。

【図84】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図85】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図86】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図87】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図88】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図89】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図90】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図91】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図92】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図93】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図94】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図95】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図96】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図97】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図98】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図99】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図100】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図101】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図102】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図103】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図104】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図105】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図106】図78の装置で使用する画素の配列及び集光要素の配列の他の例を示す図である。

【図107】図104で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図108】図104で使用する集光要素の特徴を示す

図である。

【図109】図104で使用する集光要素の特徴を示す図である。

【図110】図78の表示装置の変形例を示す図である。

【図111】本発明の第4実施例の表示装置を示す図である。

【図112】回折格子の集光素子と画素とを示す図である。

【図113】回折格子の集光素子と画素との関係、及び色ドットに入射するビームスポットを示す図である。

【図114】隣接する集光素子の影響を受けて画素に入射する光を示す図である。

【図115】図114の(A)、(B)、(C)を合成して示した図である。

【図116】赤及び青カットフィルタの特性を示す図である。

【図117】図116のフィルタ特性によりカットされた後の光のスペクトラムを示す図である。

【図118】イエロ及びシアンカットフィルタの特性を示す図である。

【図119】図116及び図118のフィルタ特性を含むフィルタの特性を示す図である。

【図120】正方配列の画素及び集光素子の例を示す図である。

【図121】デルタ配列の画素及び集光素子の例を示す図である。

【図122】モザイク配列の画素及び集光素子の例を示す図である。

【図123】横長の色ドットをもつ液晶パネルを示す図である。

【図124】縦長の色ドットをもつ液晶パネルを示す図である。

【図125】集光素子の数と画素の数とが同じ例を示す図である。

【図126】集光素子の数が画素の数よりも多い例を示す図である。

【図127】集光素子の数が画素の数よりも多い例を示す図である。

【符号の説明】

10…表示装置

12…光源

14…回折格子

16…集光エレメント

16a…マイクロレンズアレイ

18…液晶パネル

20…投射レンズ

32…画素電極

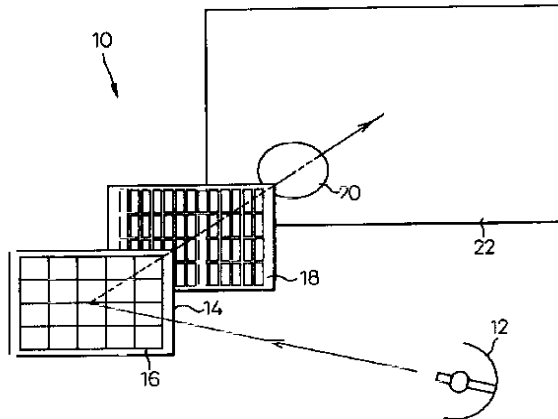
32R、32G、32B…画素電極(色ドット)

44R、44G、44B…ダイクロイックミラー

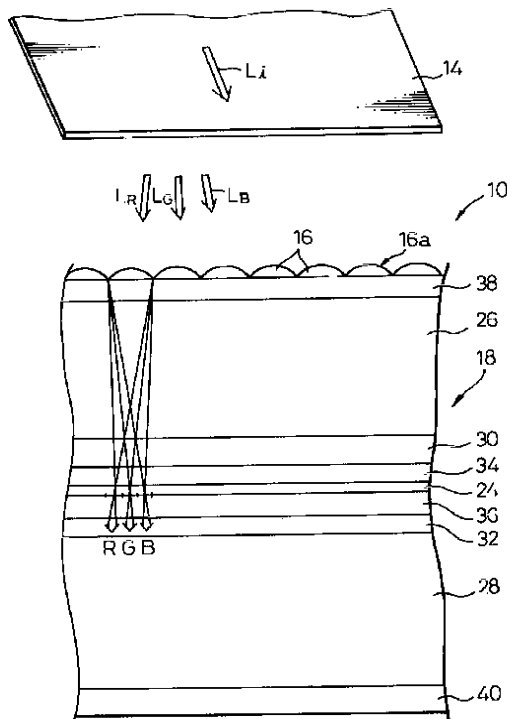
46、46A、46B…画素
 48…平面
 52…偏光装置
 60…ビームスプリッタ

62… $1/2$ 波長板
 64…ミラー
 66、68…ミラー
 70…フィルタ

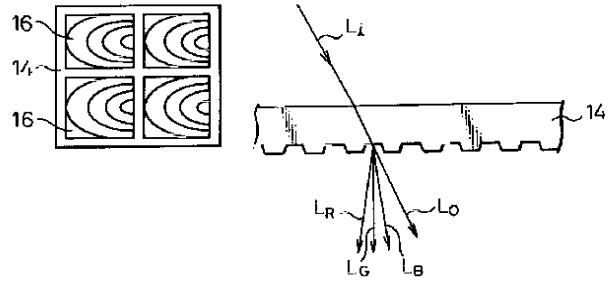
【図1】



【図3】

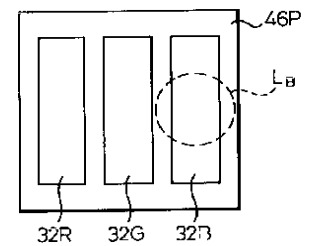


【図2】

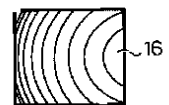


【図4】

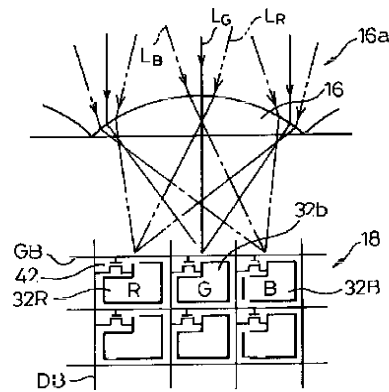
【図8】



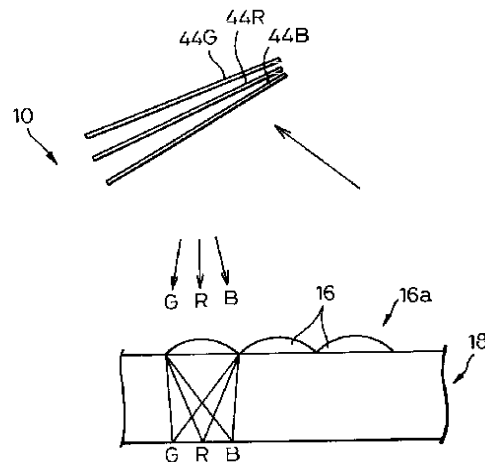
【図19】



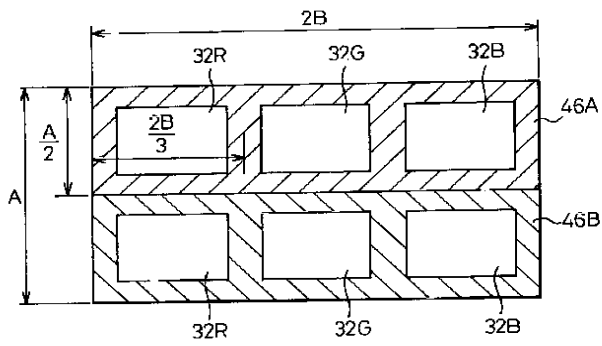
【図5】



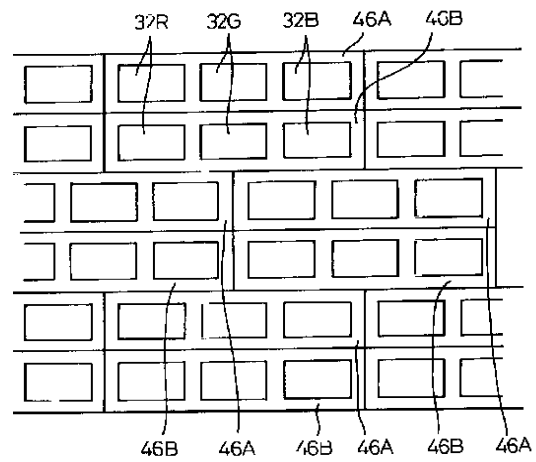
【図6】



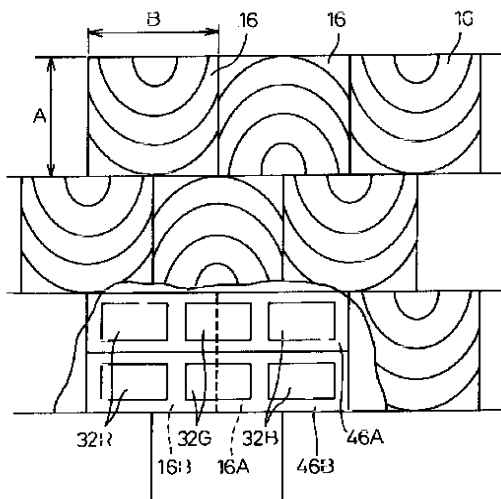
【図7】



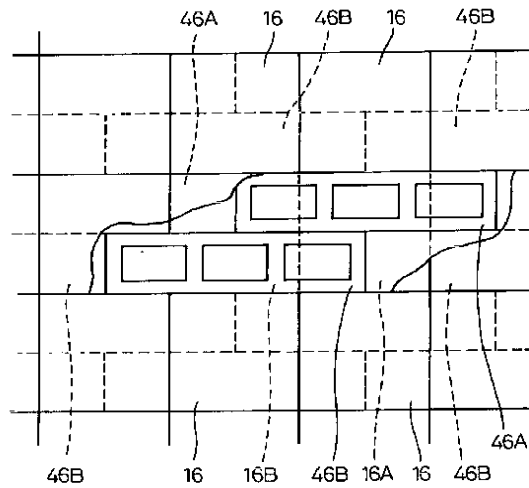
【図9】



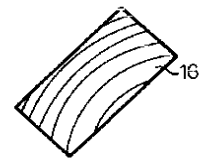
【図10】



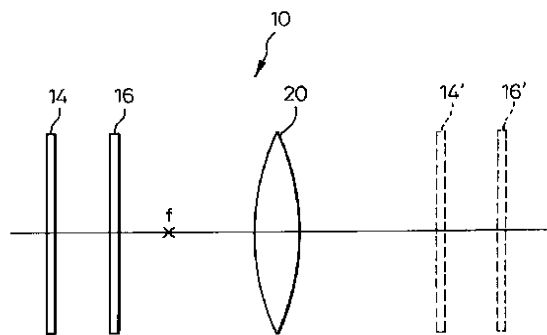
【図11】



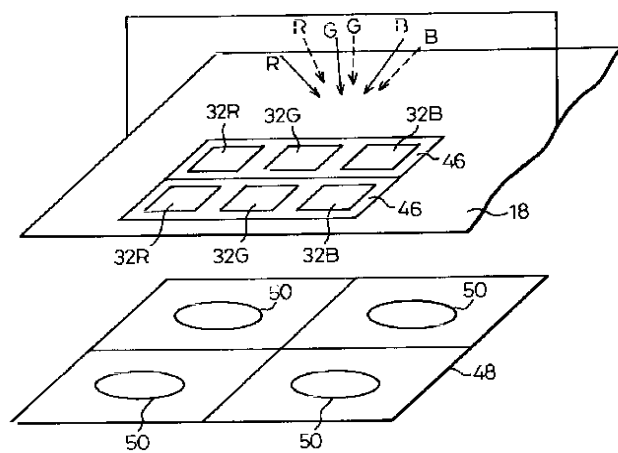
【図22】



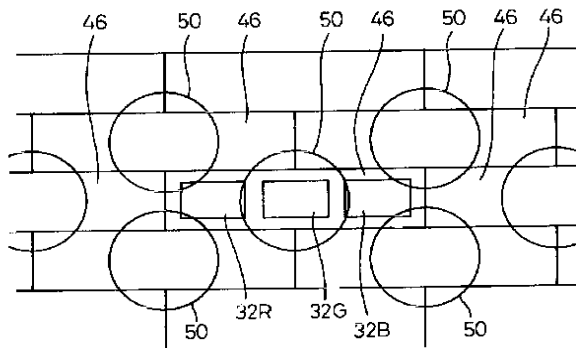
【図12】



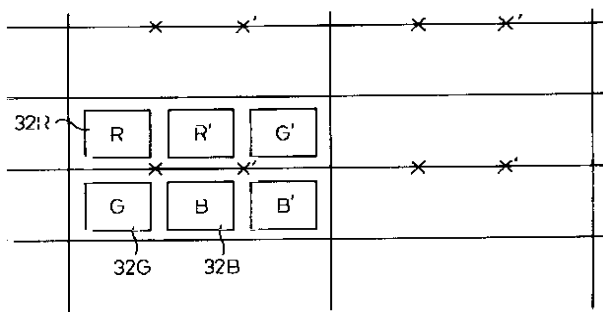
【図13】



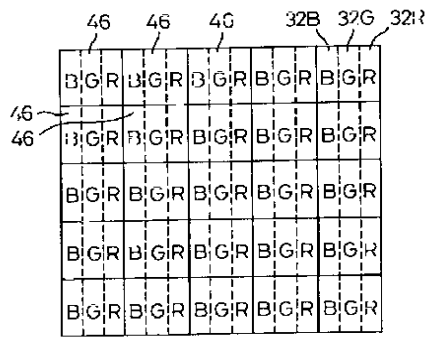
【図14】



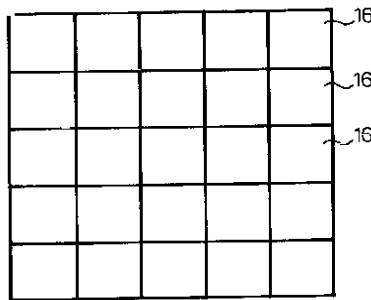
【図15】



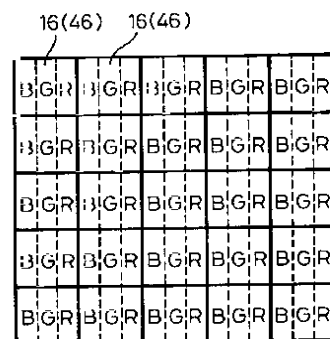
【図16】



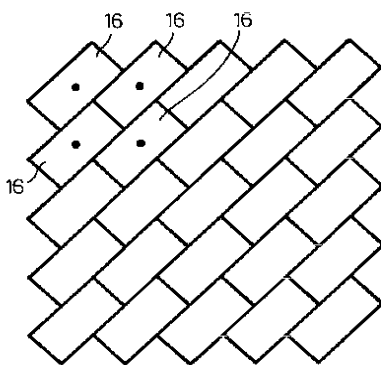
【図17】



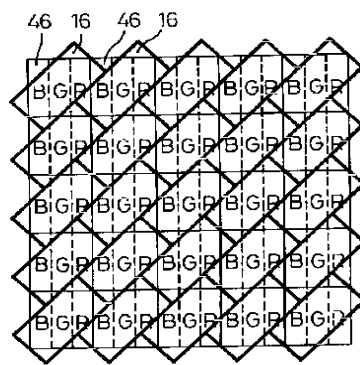
【図18】



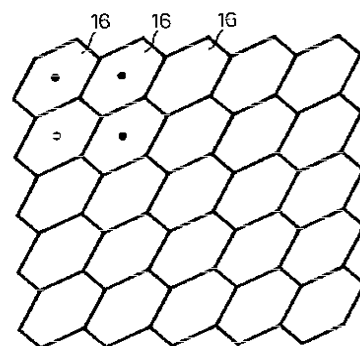
【図20】



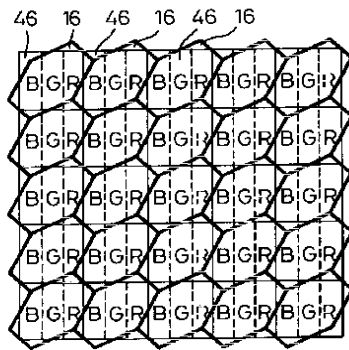
【図21】



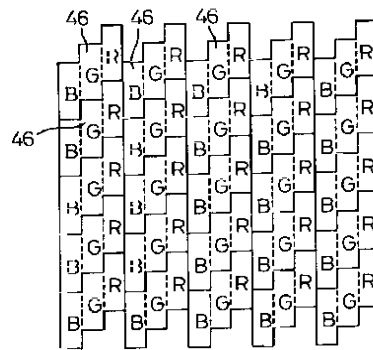
【図23】



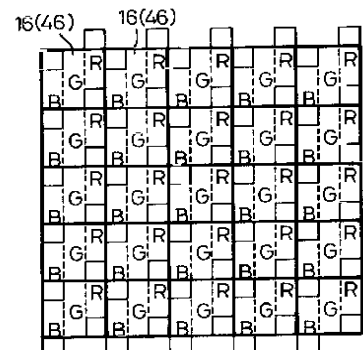
【図24】



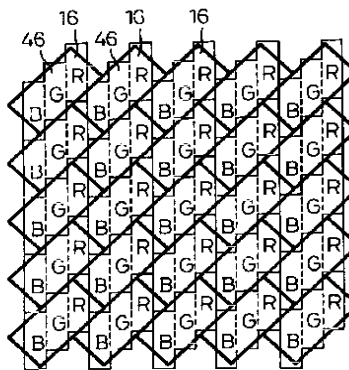
【図25】



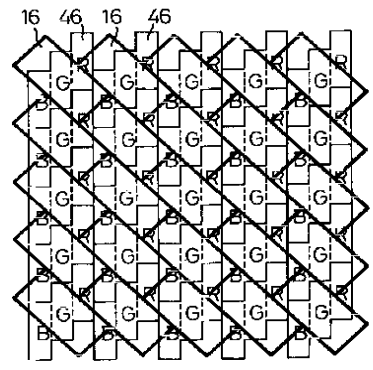
【図26】



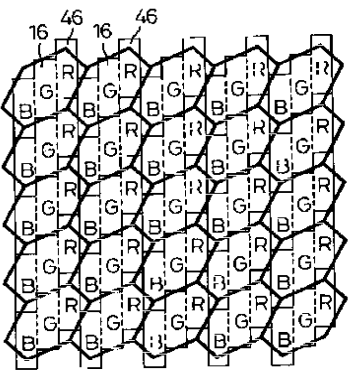
【図27】



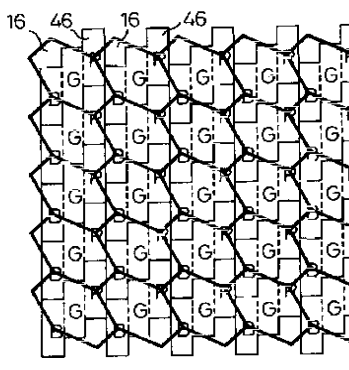
【図28】



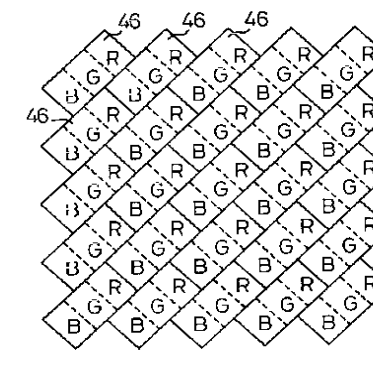
【図29】



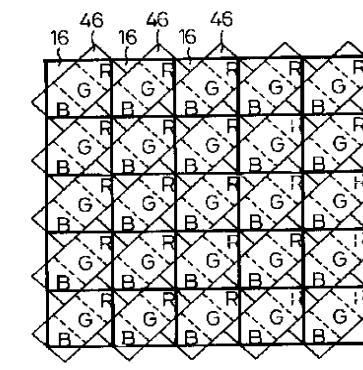
【図30】



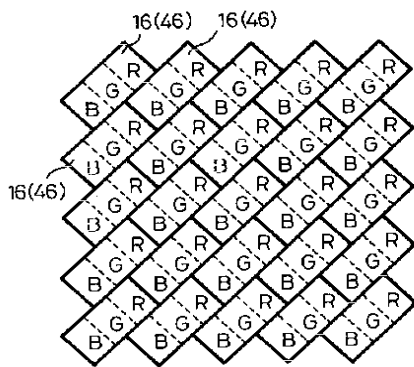
【図31】



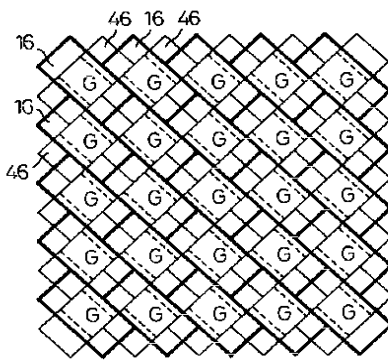
【図32】



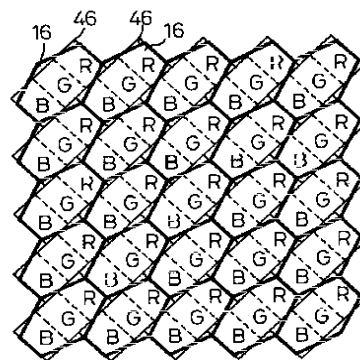
【図33】



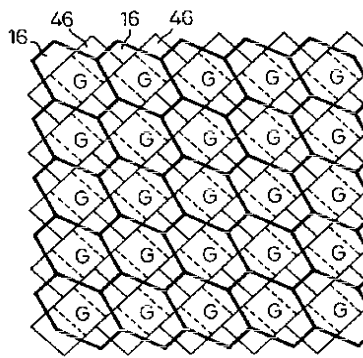
【図34】



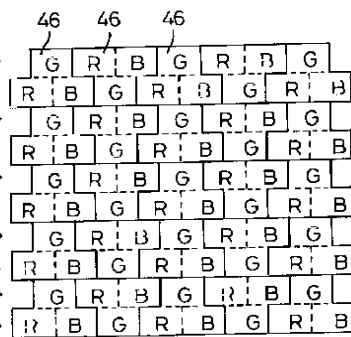
【図35】



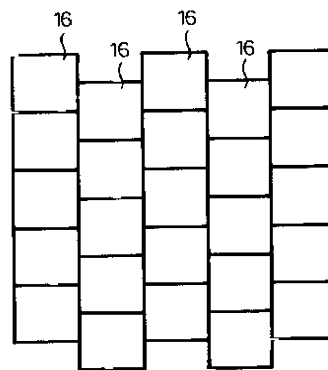
【図36】



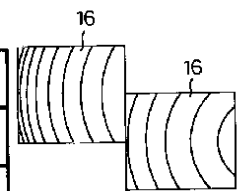
【図37】



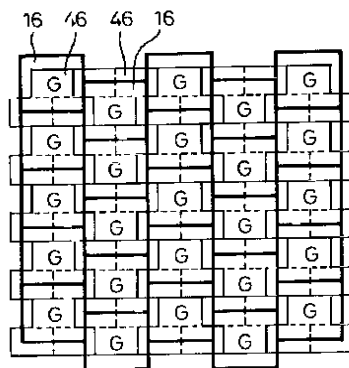
【図38】



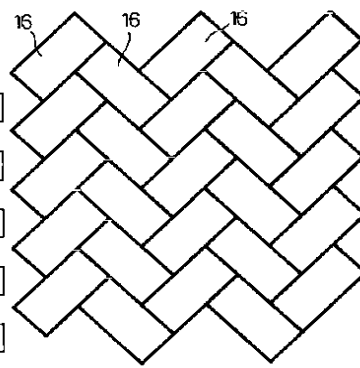
【図47】



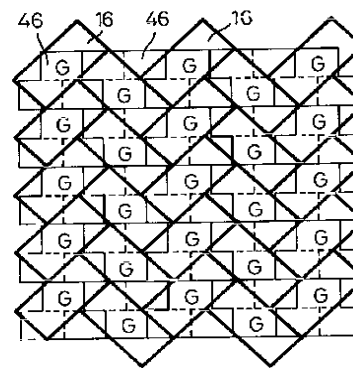
【図39】



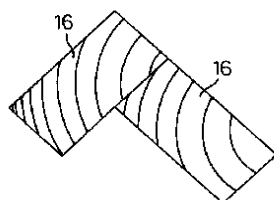
【図40】



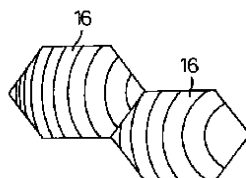
【図41】



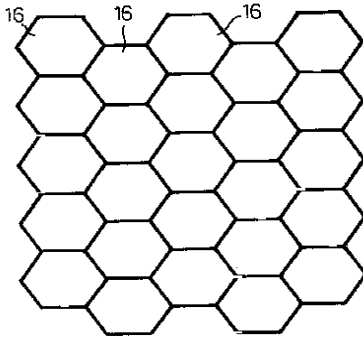
【図49】



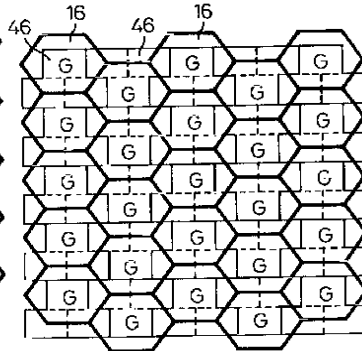
【図51】



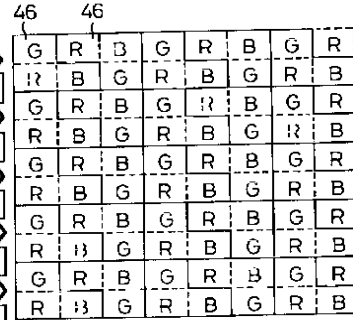
【図42】



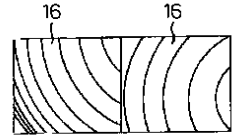
【図43】



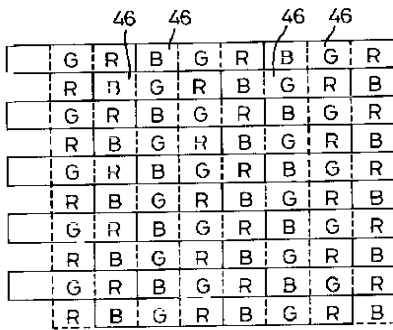
【図44】



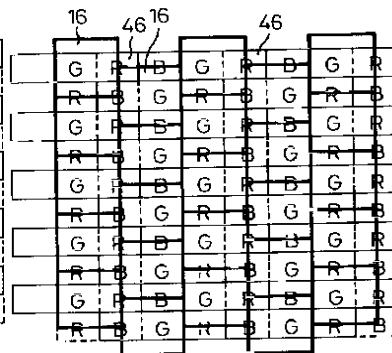
【図53】



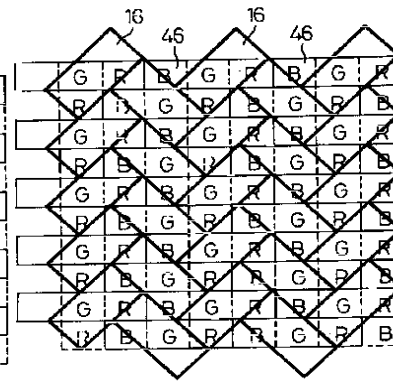
【図45】



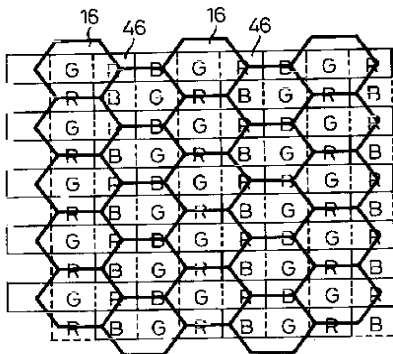
【図46】



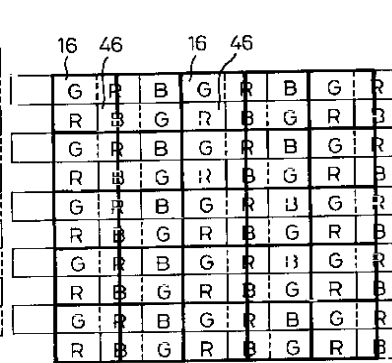
【図48】



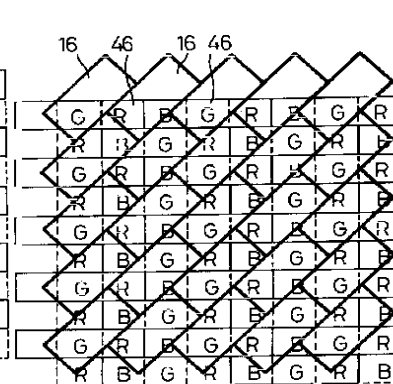
【図50】



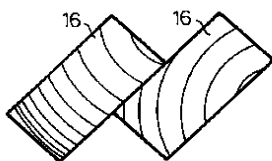
【図52】



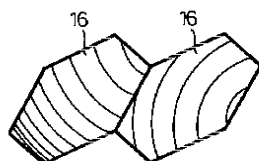
【図54】



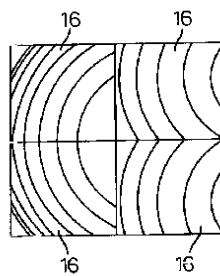
【図55】



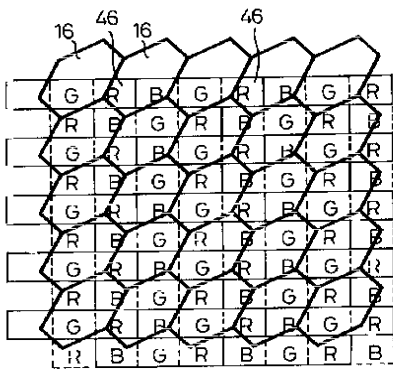
【図57】



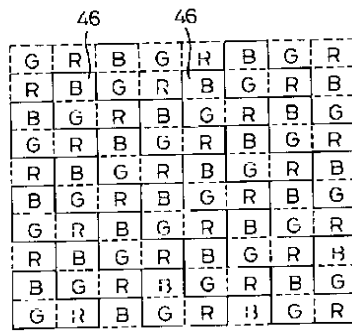
【図61】



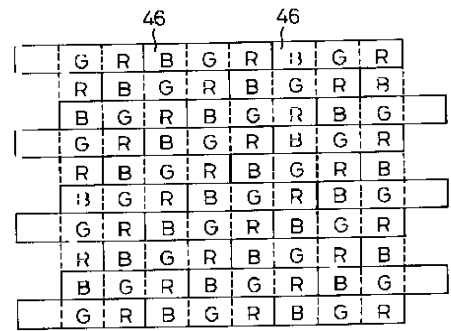
【図56】



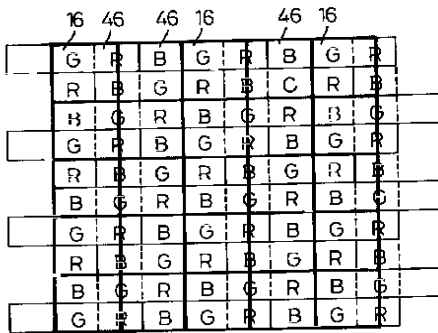
【図58】



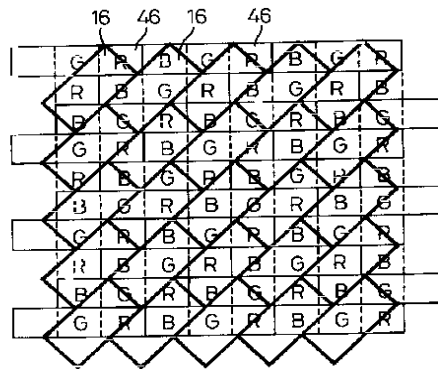
【図59】



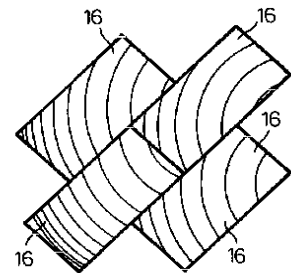
【図60】



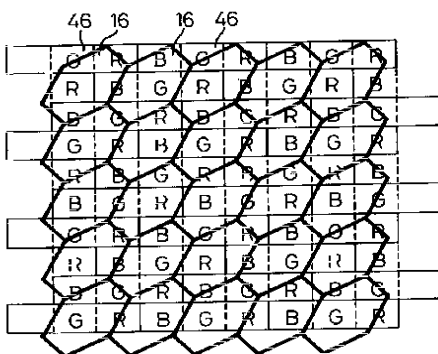
【図62】



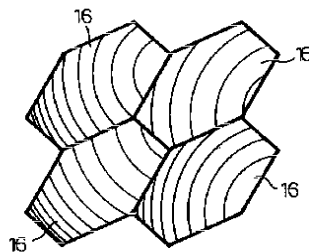
【図63】



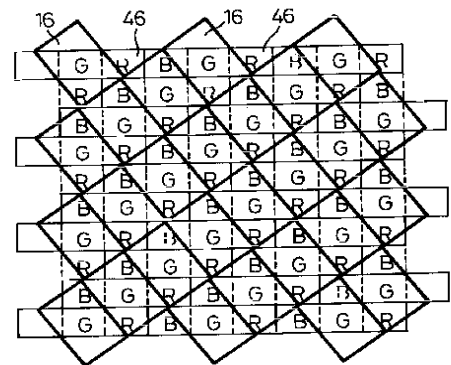
【図64】



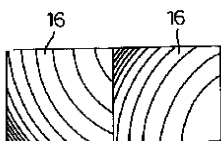
【図65】



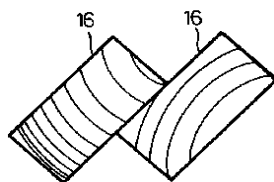
【図66】



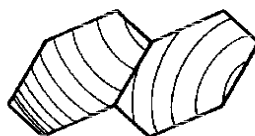
【図69】



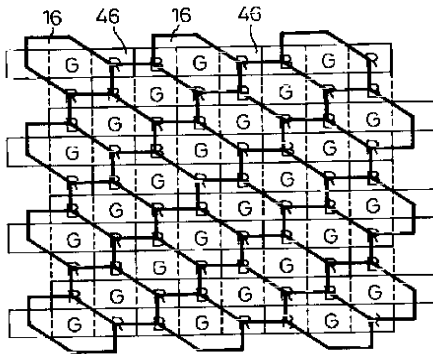
【図71】



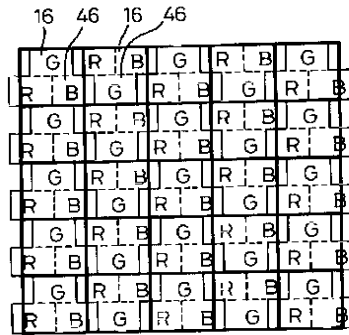
【図73】



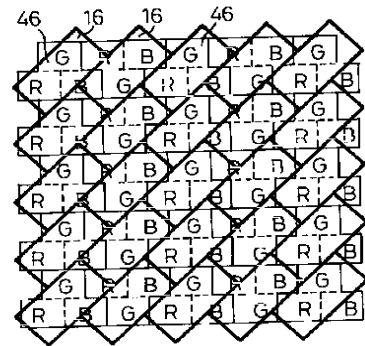
【図67】



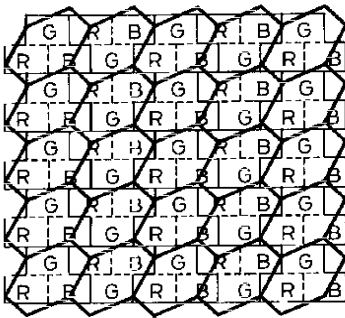
【図68】



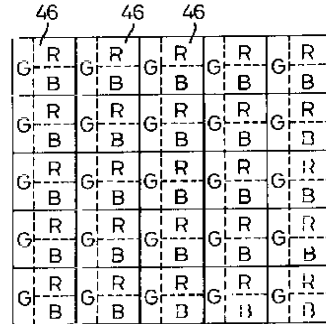
【図70】



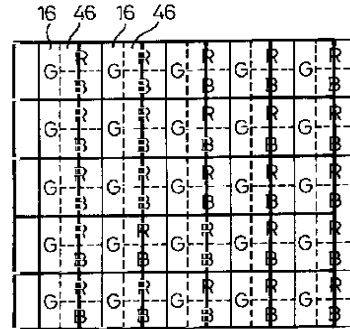
【図72】



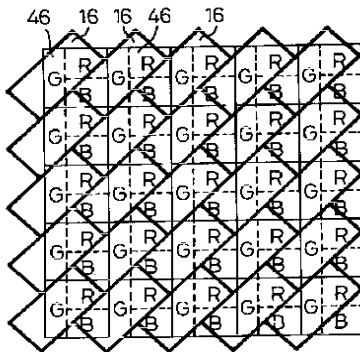
【図74】



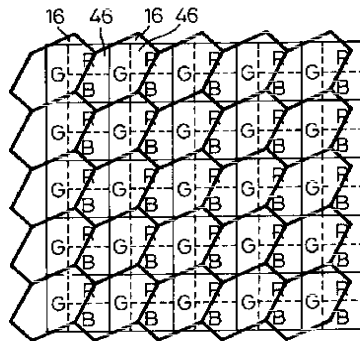
【図75】



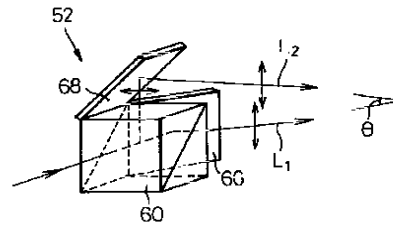
【図76】



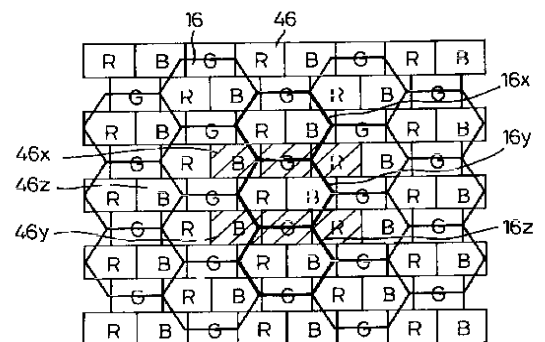
【図77】



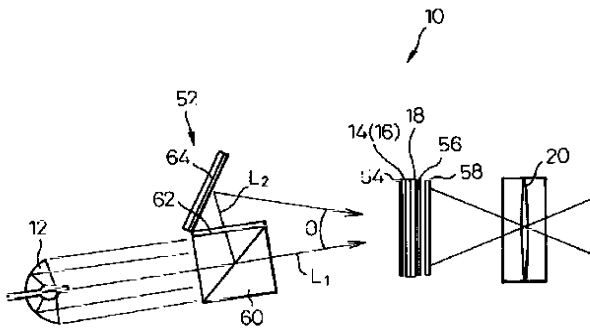
【図79】



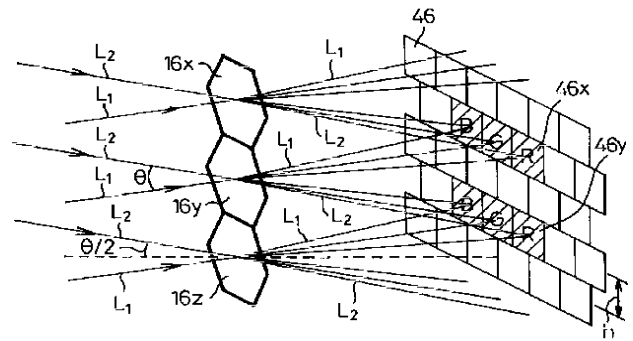
【図81】



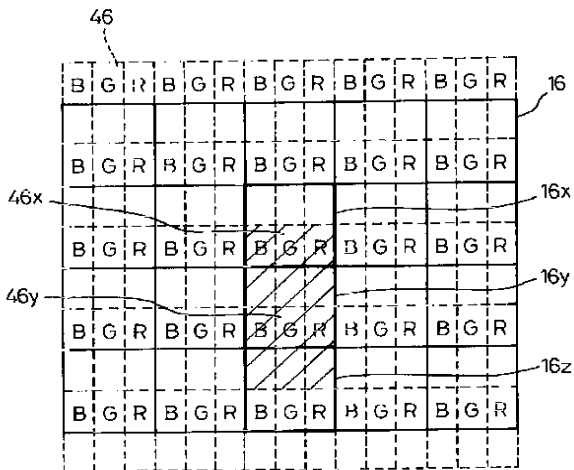
【図78】



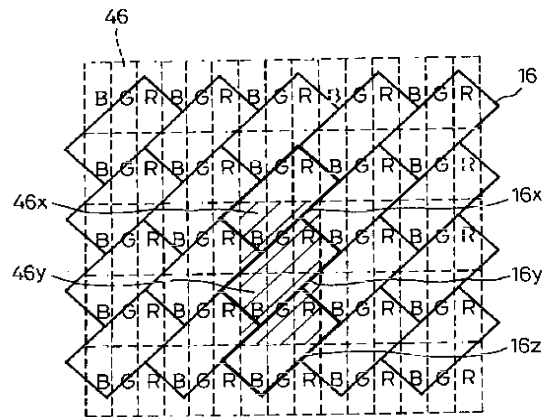
【図80】



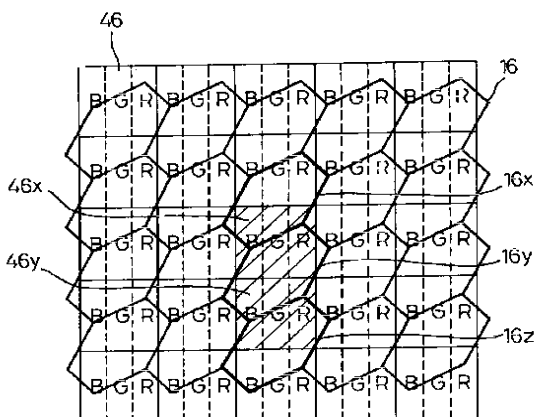
【図82】



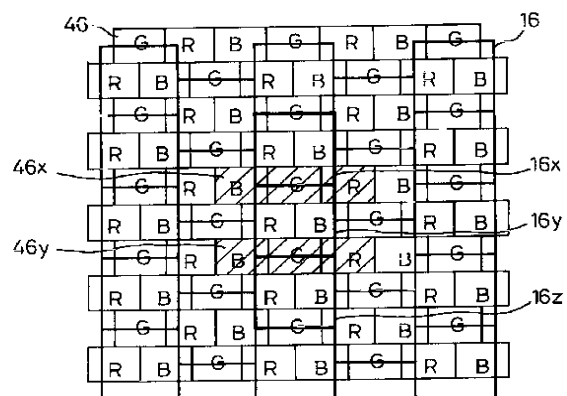
【図83】



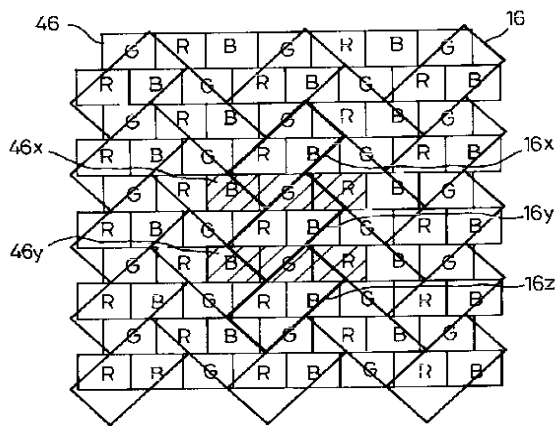
【図84】



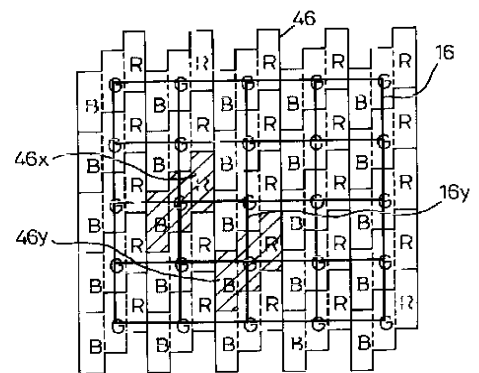
【図85】



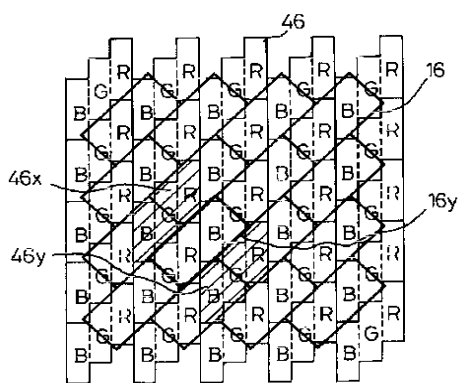
【図86】



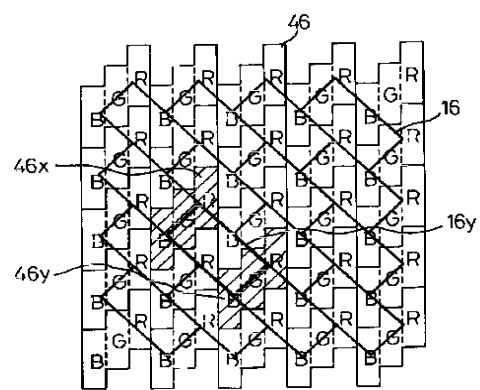
【図87】



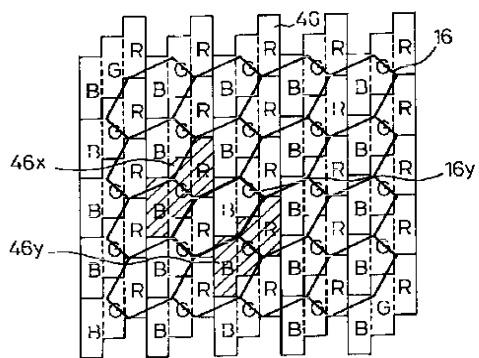
【図88】



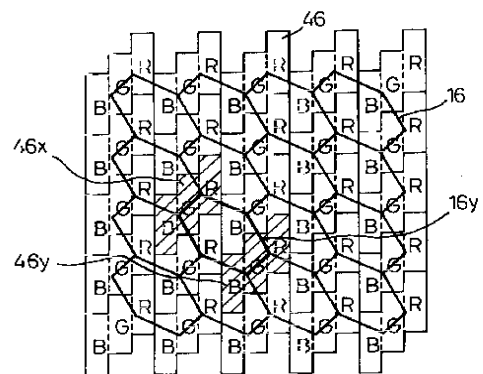
【図89】



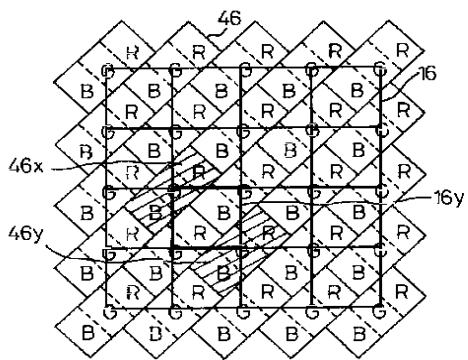
【図90】



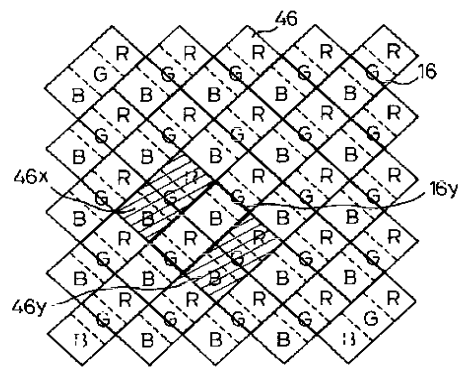
【図91】



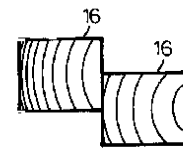
【図92】



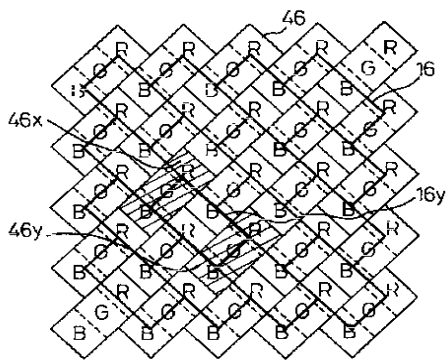
【図93】



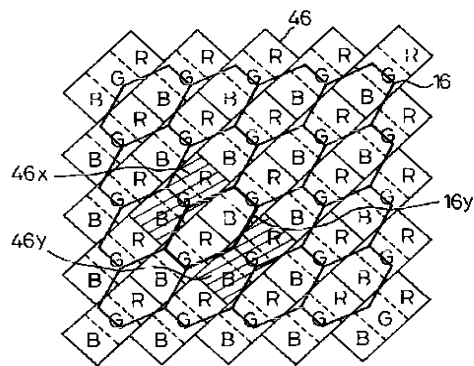
【図107】



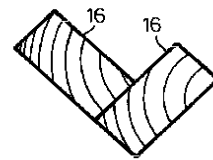
【図94】



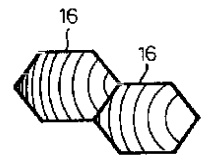
【図95】



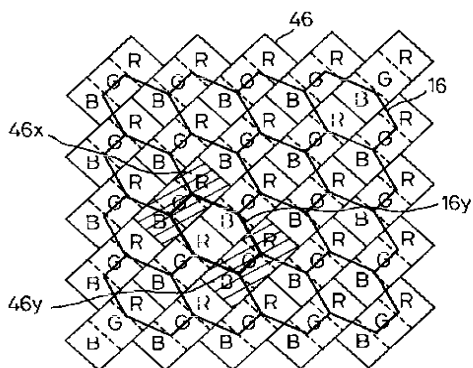
【図108】



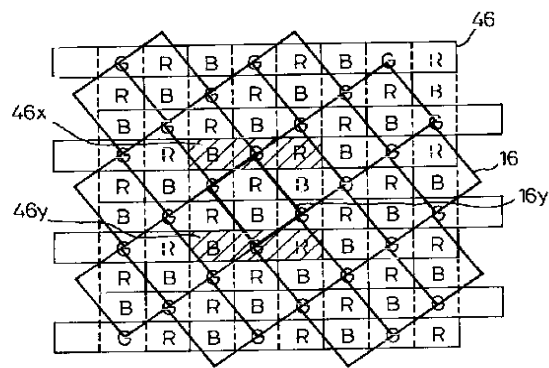
【図109】



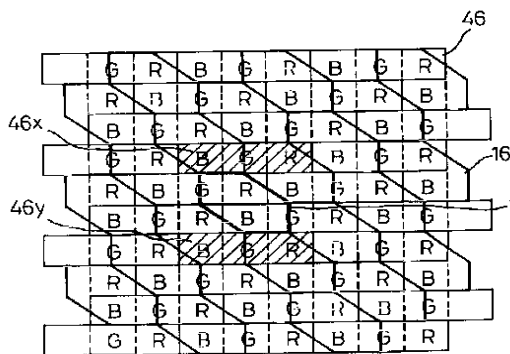
【図96】



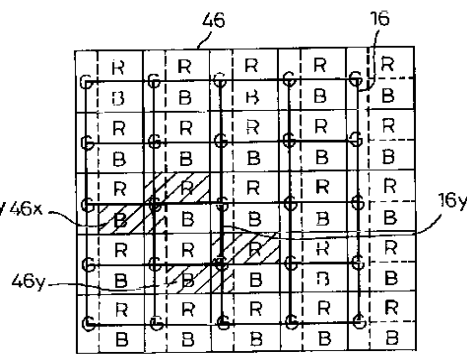
【図97】



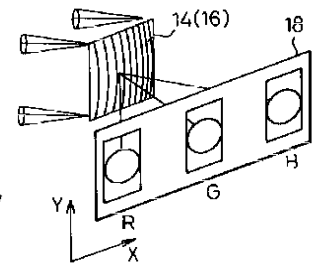
【図98】



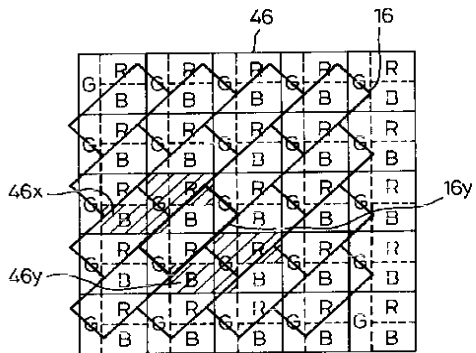
【図99】



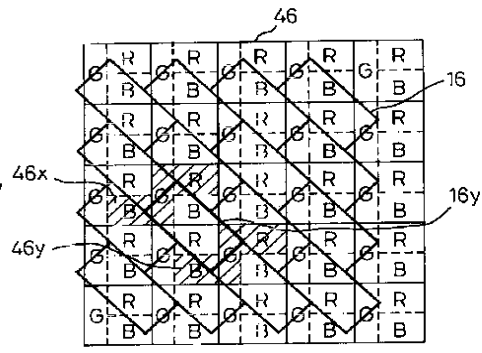
【図112】



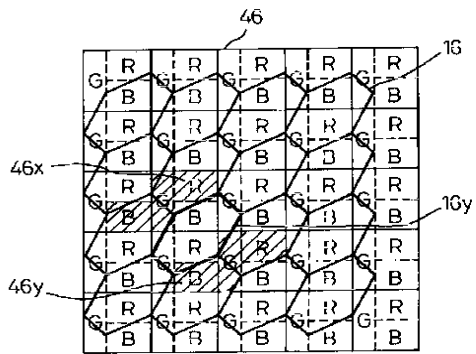
【図100】



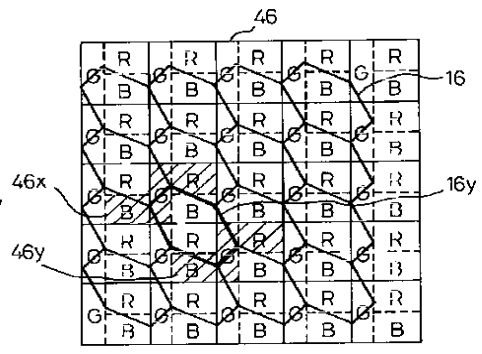
【図101】



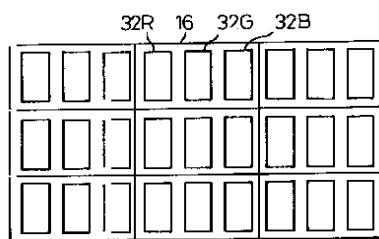
【図102】



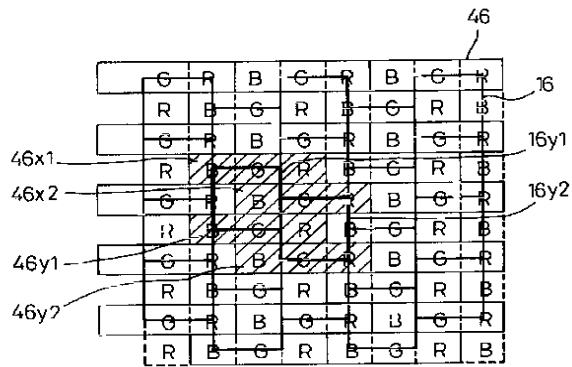
【図103】



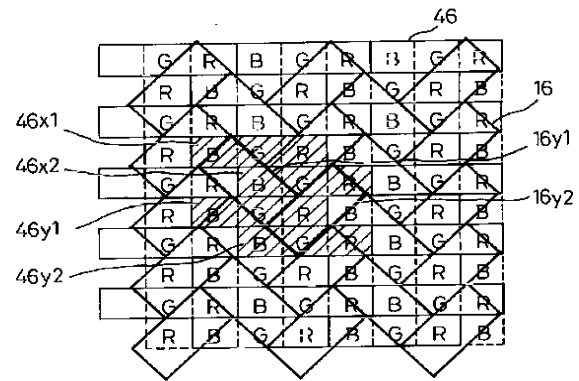
【図120】



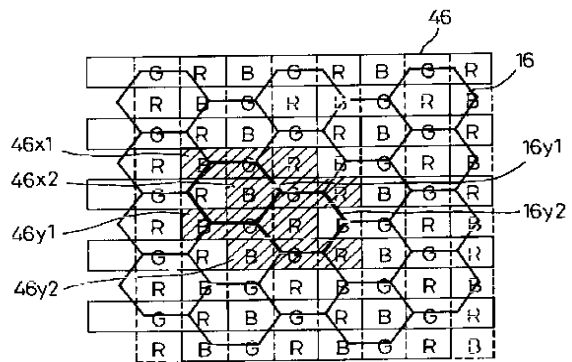
【図104】



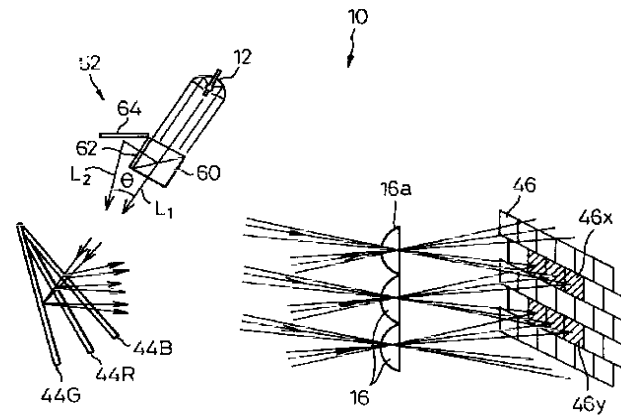
【図105】



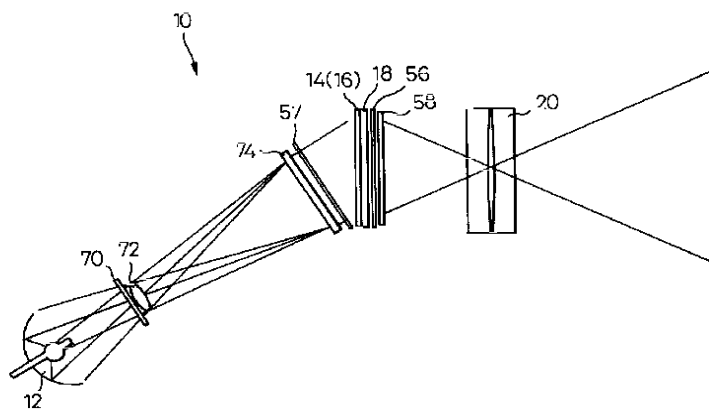
【図106】



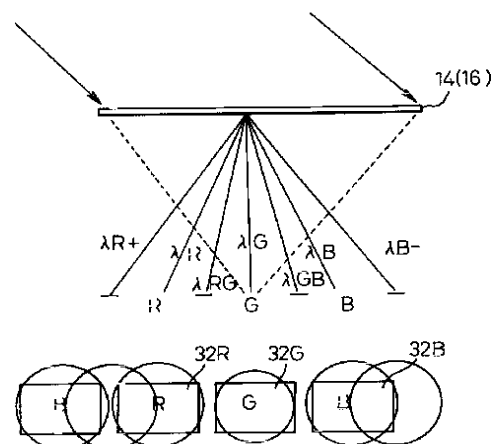
【図110】



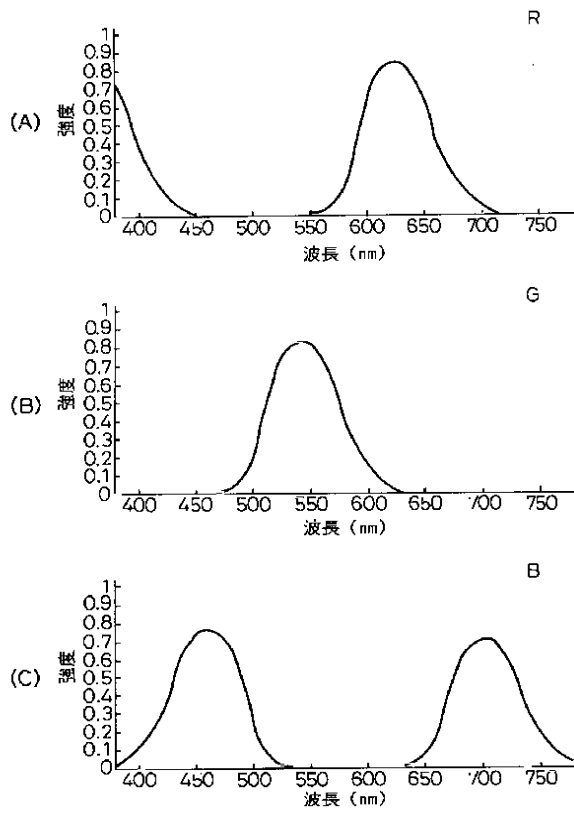
【図111】



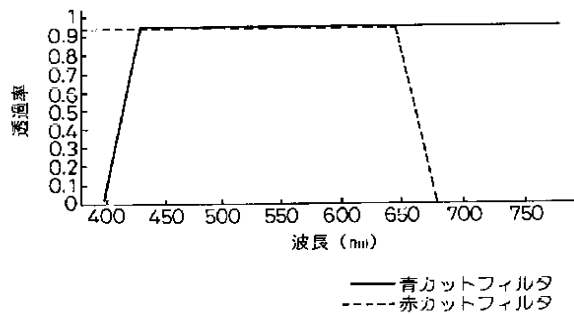
【図113】



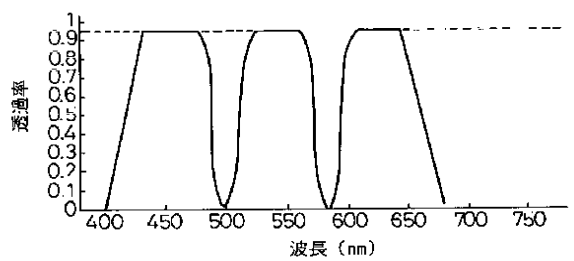
【図114】



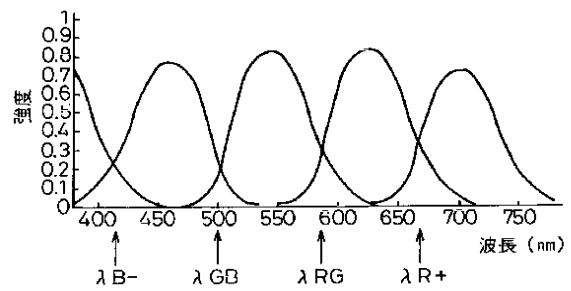
【図116】



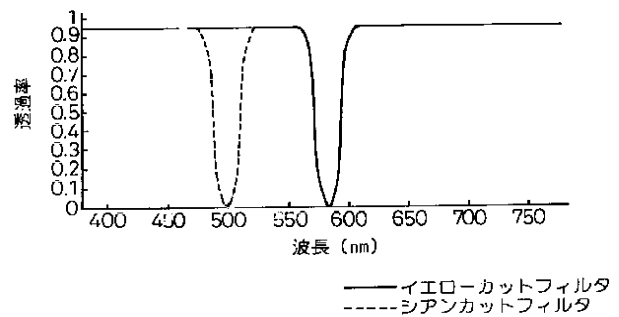
【図119】



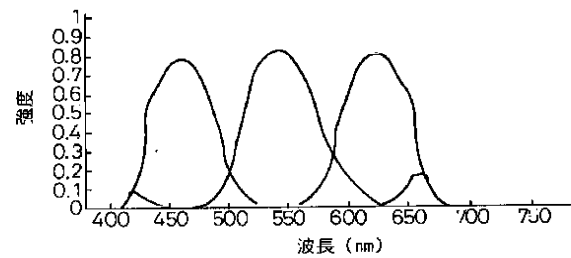
【図115】



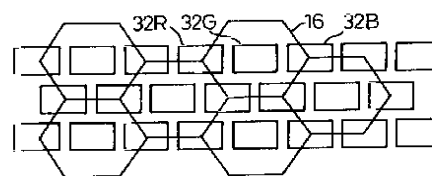
【図118】



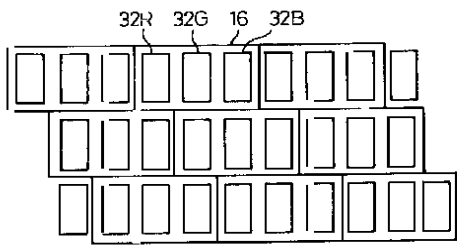
【図117】



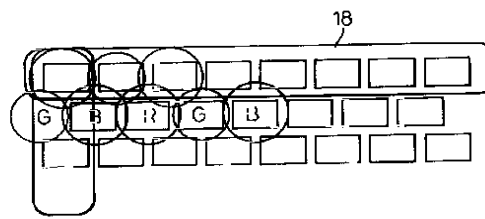
【図121】



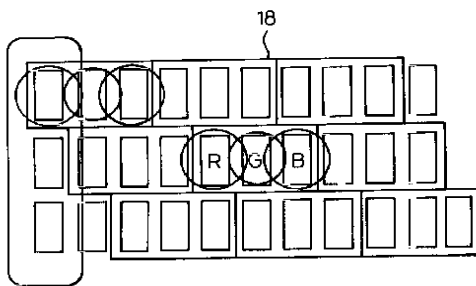
【図122】



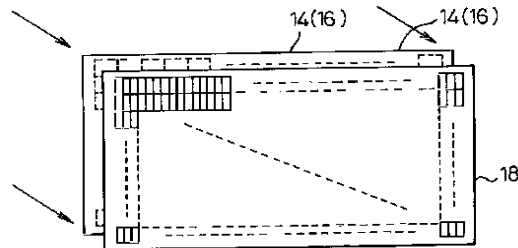
【図123】



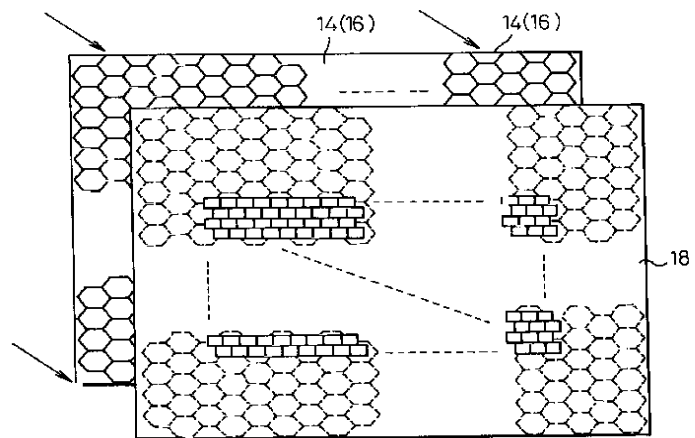
【図124】



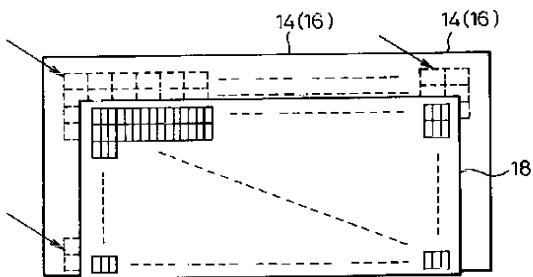
【図125】



【図127】



【図126】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 猛
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 浜田 哲也
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 林 啓二
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 菅原 真理
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 山口 久
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 富田 順二
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 有竹 敬和
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内